

**MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA**

**PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA  
MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO**

**APENDICE I**

**1993**

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - MME  
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA - ICEL  
ELECTRIFICADORA DEL CHOCO S.A.

(215-228)  
220

333.914  
5928g1  
Ej. 1

PEQUEÑA CENTRALHIDROELECTRICA - PCH  
MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO

CONVOCATORIA PUBLICA 01 - 93 PNR

APENDICE 1.

GEOLOGIA Y GEOTECNIA

Santa Fe de Bogotá, D.C., Mayo de 1.993

**PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH**

**MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO**

**APENDICE 1.**

**GEOLOGIA Y GEOTECNIA**

**CONTENIDO**

**1.0 INTRODUCCION**

**2.0 INFORMACION EXISTENTE**

**3.0 TOMA DE MUESTRAS, ANALISIS DE LABORATORIO Y RESULTADOS**

3.1 Muestreo en el sitio de presa

3.2 Muestreo en casa de máquinas

3.3 Muestreo en la vía de acceso

**4.0 ANEXOS**

1.0 Geología, Geomorfología y Fuentes de Materiales

2.0 Registro de Trincheras

3.0 Registro de Barrenos y Resultados de Laboratorio

**PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH**

**MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO**

**INFORME GEOLOGICO Y GEOTECNICO**

**1.0 INTRODUCCION**

El presente informe resume el estudio geológico y Geotécnico del proyecto Pequeña Central Hidroeléctrica de Bahía Solano, en el cual se analiza y complementa el estudio preparado en 1981 por la firma Consultoría y Sistemas Ltda.

STRYCON LTDA visitó el sitio de la obra en Noviembre de 1992, y efectuó una inspección visual de las características geológicas y geotécnicas de la zona, apoyados el la información de referencia y el los planos geológicos existentes. Adicionalmente se programó la perforación de 10 barrenos, se efectuaron los registros correspondientes y se tomaron muestras representativas a diferentes profundidades, para posteriores ensayos y análisis en el laboratorio de suelos.

**2.0 INFORMACION EXISTENTE**

El Capítulo IV del Anexo No. 1 de la información de referencia preparado por Consultoría y Sistemas Ltda en 1981, contiene la información detallada de las características geológicas, tanto regional como de la zona del proyecto y con un análisis detallado de las condiciones geotécnicas del embalse, sitio de presa, conducción y casa de máquinas.

La anterior información fué basada en observaciones de fotografías aéreas, reconocimiento superficial de campo, observación directa de 25 trincheras excavadas, dos (2) en el sitio de presa, veintiuna (21) a lo largo del alineamiento de la conducción y dos (2) trincheras en el sitio de casa de máquinas. Además se consultaron estudios generales elaborados con anterioridad, por otras entidades.

STRYCON LTDA en visita de campo, corroboró básicamente la geología, geomorfología y el comportamiento geotécnico de los diferentes sitios donde se van localizar las estructuras del proyecto, y se visitaron algunas trincheras que aun despues de doce años de excavadas permanecen parcialmente expuestas, confirmandose la información existente del proyecto. Por las razones anteriores se consideró que no era necesario ampliar esta información y únicamente a manera de comprobación de las características del subsuelo, se ejecutaron 10 perforaciones con barreno helicoidal de 3 1/2 pulgadas de diámetro y 4.0 mts de longitud.

Para efectos de la información de referencia, los Anexos No. 1 y 2, transcriben el informe de Geología y Registro de Trincheras correspondiente al Anexo 1 de la Licitación Pública Internacional ST-DC-PCH-I-034-189, preparado por la firma Consultoría y Sistemas Ltda.

### **3.0 TOMA DE MUESTRAS ANALISIS DE LABORATORIO Y RESULTADOS**

Los Dibujos No. 1 y 2 muestran la localización de los barrenos ejecutados en la casa de máquinas y sitio de presa y en el Cuadro No. 1 se relacionan las características y ubicación del muestreo por perforación. El Anexo No. 3 contiene los registros de campo de cada uno de los barrenos ejecutados y los resultados de los ensayos del laboratorio de suelos.

#### **3.1 Resultados de muestreo en el sitio de presa.**

- El barreno No. 1 se perforó hasta una profundidad de 1.60 mts, se tomaron muestras del suelo a la profundidad de 0.80 y 1.40 m, determinándose su clasificación como SM, que corresponde a arenas limosas y mezcla de arena y limo y a 1.60 mts, clasificándose como CL-ML, que corresponde a limos y arcillas inorgánicos y arenas finas arcillosas.
- Las muestras correspondientes a los barrenos 2 y 4 clasificaron como SC que corresponden a una mezcla de arena y arcillas.
- El barreno No. 3 se perforó hasta 2.60 mts de profundidad, clasificando la muestra tomada como SM que corresponden a arenas limosas y mezclas de arena y limo.
- El barreno No. 5 con una profundidad de 1.60 mts, clasificó también como SM.

Las características determinadas anteriormeante, adicionadas a la buena gradación de los materiales, confirman la impermeabilidad el suelo, condición favorable para el adecuado funcionamiento de la presa.

### **3.2 Muestreo en casa de máquinas**

En la zona de la casa de máquinas se efectuaron 3 barrenos con longitudes máximas de 0.50, 0.70 y 0.80 mts. Debido a la presencia de bloques, no fue posible continuar con los barrenos. Las muestras obtenidas clasificaron como GM que corresponden a gravas limosas y NL-NP conformados por arenas gruesas. Lo anterior es indicativo de la presencia del aluvión antiguo del Río Boroboro.

### **3.3 Muestreo en la vía de Acceso**

En proximidades del K1 + 100 de la vía proyectada como acceso a la zona del proyecto se perforaron 2 barrenos con profundidades de 2,40 y 3,60 mts, en material limo arcilloso en sectores elásticos y con humedades naturales altas, correspondiente a una zona pantanosa con características bajas para la construcción de la vía.

ELECTRIFICADORA  
DEL CHOCO

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH  
MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO

FEBRERO 1993

CUADRO No. 1

REGISTRO DE PERFORACIONES

SITIO	No.	DIRECCION	LONGITUD	TOMA DE MUESTRA (PROFUNDIDAD)	LOCALIZACION
Sitio de Presa	1	Vertical	1.60	0.80 1.40 1.60	Eje No. 1 Derecho
	2	Vertical	1.20	1.20	Bocatoma No. 1 izquierda Talud Bocatoma derecha
	3	Horizontal	2.60	0.80 1.50 2.60	
	4	Horizontal	3.10	1.20 3.10	Talud Bocatoma No. 1 izquierda
	5	Vertical	1.60	1.60	A 20 mts aguas arriba de No. 2
Casa de Máquinas	6	Vertical	0.50	0.50	Eje Turbinas
	7	Horizontal	0.80	0.80	Talud
	8	Vertical	0.70	0.70	BM
Vía	9	Vertical	3.60	1.20 1.90 2.40 3.60	
	10	Vertical	2.40	1.20 1.80 2.40	

**ANEXOS**



**ANEXO No. 1**

**GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA Y FUENTES DE  
MATERIALES**

**PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH  
MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO**

**ANEXO No. 1**

**GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA Y FUENTES DE MATERIALES**

*CONDENIDO*

**1.0 GENERALIDADES**

- 1.1 Introducción
- 1.2 Geología Regional
- 1.3 Geología Económica

**2.0 SISMOLOGIA**

- 2.1 Generalidades
- 2.2 Bosquejo Sismológico Regional
- 2.3 Bosquejo Sismológico del Sitio del Proyecto

**3.0 GEOLOGIA DETALLADA - DESARROLLO MUTATA**

**3.1 Geología General**

- 3.1.1 Litología
- 3.1.2 Geología Estructural
- 3.1.3 Geomorfología

**3.2 Geotecnia**

- 3.2.1 Condiciones Geotécnicas del Embalse
- 3.2.2 Condiciones Geotécnicas del Sitio de Presa
- 3.2.3 Condiciones Geotécnicas del Sistema de Conducción
- 3.2.4 Condiciones Geotécnicas de la Casa de Máquinas

**3.3 Materiales de Construcción**

- 3.3.1 Material Petreo para Concreto Ciclópeo
- 3.3.2 Materiales para Concreto

CUADRO No. 1: Distribución de sísmos en los círculos de influencia del proyecto.

DIBUJOS: SIS-1: Mapa sísmico de la zona

GEO-1: Geología general del proyecto

**PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH  
MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO**

**ANEXO No. 1**

**GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA Y FUENTES DE MATERIALES**

**1.0 GENERALIDADES**

**1.1 Introducción**

EL estudio geológico del Proyecto para el desarrollo de la Quebrada Mutatá cubre un área de unos 8 km<sup>2</sup> aproximadamente, y comprende tres sectores:

- Sitio de Presa.
- Zona de Embalse.
- Línea de Conducción.

Además, la búsqueda de materiales de construcción implicó el estudio de otras áreas.

Los alineamientos tectónicos y la morfología de la zona estudiada, así como los deslizamientos y fenómenos erosivos fueron basados en observaciones de fotografías aéreas recolectadas en el IGAC.

La observación directa en el campo se dificultó debido a la espesa vegetación, a los suelos residuales, que cubren la roca, y a la abrupta topografía de la zona.

Luego del examen de los deslizamientos activos de la margen derecha de la quebrada Mutatá, se optó por la margen izquierda como ruta de la tubería de presión. Fueron estudiados desde el punto de vista topográfico y geológico diversos trazados para este corredor de conducción.

En los sitios accesibles del cauce de la quebrada Mutatá, se observaron las características litológicas y estructurales de la roca fresca.

Para estimar el espesor de la cobertura de depósitos cuaternarios y conocer sus características y comportamiento, se excavaron 25 trincheras distribuidas así: en el sitio de bocatoma se ejecutaron dos grandes trincheras una en cada uno de sus estribos, sin alcanzar la roca sana; a lo largo del trayecto de la tubería de presión se excavaron 21 trincheras, y tampoco se logró el nivel de roca sana, en el sitio de casa de máquinas, se excavaron dos trincheras y se halló la roca casi sana aunque fracturada.

Fueron tomadas muestras de roca fresca para su análisis micropetrográfico y de roca alterada para análisis mineralógico y ensayos de laboratorio, para establecer sus características mecánicas y de permeabilidad.

Se recolectaron muestras de los aluviones de la quebrada Mutatá en su curso alto (antes de los saltos) y en su curso bajo, para conocer sus características mecánicas y desgaste, y en los agregados finos, para analizar su contenido mineralógico. Con el mismo propósito de establecer la cantidad de cuarzo presente en la fracción fina de los aluviones, fueron tomadas muestras en el río Boroboro, en playones localizados aguas arriba y aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Mutatá, y también en el río El Valle.

Se estudiaron las condiciones de estabilidad y estanqueidad del área de embalse, y en particular las posibilidades de captura de la quebrada Mutatá, por la erosión regresiva de la cabecera de la quebrada Chadocito.

La Bibliografía no muestra estudios geológicos específicos en la región del proyecto. Sin embargo, se consultará una serie de estudios previos generales, entre los cuales los más importantes fueron dos de Hubach (1930, 1957) Von Estorí (1946), Nygren (1960), Oppenheim (1952), Burgl (1961), Wokittel (1960, 1981), Ramírez (1957, 1977), Case et al. (1969), Universidad de Los Andes (1969), Irving (1971) y Galvis (1980).

## 1.2 Geología Regional

La Serranía del Baudó, llamada también Serranía de la Costa, en su parte meridional (región de Nuquí), presenta en sus cumbres sedimentos Terciarios compuestos principalmente por arcillas y limolitas, con intercalaciones de areniscas y calizas, formando grandes monoclinales buzando hacia el Atrato.

En la base de la secuencia (región de Panguí, Nuquí, Jurubidá), se pueden observar basaltos de color gris verdoso muy oscuro, compuestos por labradorita, augita, magnetita, olivino, ceolitas y vidrio. Estos basaltos forman relieves de poca altura y topografía abrupta (acantilados al Norte de Jurubidá), constituyendo una faja a lo largo de la Costa Pacífica la cual se hace más amplia hacia el Norte (región de Mutatá) y topográficamente alcanza mayor altura.

En esta zona continental de la región se presentan grauvacas, cherts, radiolaritas y porcelanitas, caóticamente sedimentadas, que por carecer totalmente de niveles guías y debido al sistema imbricado de fallas NS muy cercanas entre sí, no permiten conocer el orden secuencial de depositación.

Las más frecuentes son las grauvacas de color gris oscuro con matriz arcillosa, generalmente algo calcárea, y clastos angulares de rocas basálticas de tamaños muy variables, que localmente casi desaparecen tomando la roca el aspecto de una arcillolita. Los cherts se observan intercalados en las grauvacas, generalmente presentan un color azul verdoso y frecuentemente contienen módulos de caledonia de colores rojo, verde, negro y amarillo miel. Algunos son ligeramente calcáreos y a veces contienen fragmentos clásticos que le dan un aspecto granuloso, algo similar a algunas grauvacas. Microscópicamente, es notable la matriz de sílice opalina por lo que esta roca puede considerarse como porcelanitas. Las radiolaritas se encuentran intercaladas en las grauvacas y se presentan en colores variables con brillo mate, cortadas por vetillas con celcedonia.

En las penínsulas (Cabo Corrientes, Punta Solano, Punta Cruces o Peñita Cabo Marzo) se presentan rocas basálticas separadas de las anteriores por un gran fallamiento, reflejado por las depresiones de Bahía Cuevita-Coquí, Ensenada de Utría-Bahía Solano y Bahía de Cupica-Bahía Humbolt ó Coredó. Estos basaltos tienen una composición mineralógica variable: la más importante es un basalto compuesto por labradorita y augita en matriz de vidrio pardo oscuro, magnética como mineral accesorio omnipresente, y calcita, clorita, epidota y ceolitas como minerales de alteración. Otro tipo de basalto es olivínico llegando hasta pieritas; y un tercer tipo son basaltos y diabasas de carácter alcalino, compuestos por plagioclasa, augita titanífera, feldespato de potasio, biotita y apatito.

Sobre los basaltos de las penínsulas reposan grandes masas de tuolditas (grauvacas) cherts y porcelanitas, así como en parte de las depresiones y sobre todo lo anterior arrecifes calcáreos alargados en dirección N-S.

Petrológicamente pueden hacerse las siguientes observaciones a las rocas basálticas continentales y peninsulares de la región: la mayoría de los basaltos de las dos zonas presentan un marcado carácter toleítico, sin embargo en la parte peninsular hay basaltos de tendencia alcalina. Se observa la nula maduración del magmatismo del área, lo cual demuestra el carácter oceánico de los basaltos de ambos flancos de la falla Coquí-Bahía Solano-Coredó, y donde las penínsulas de Cabo Corrientes y Bahía Solano constituyen fragmentos de la corteza oceánica de la placa que subduce.

Cronológicamente y de acuerdo con los datos disponibles, se presentan los siguientes eventos: hacia fines del cretáceo o comienzos del Terciario, empieza a formarse una fosa con rompimiento de la corteza oceánica y subducción del bloque oriental sobre el occidente a lo largo de la falla Coquí-Bahía Solano.

La datación precisa del comienzo de la subducción del bloque oriental sobre el occidental a lo largo de la falla Coquí - Bahía Solano no es posible con la información existente. La edad de los basaltos en la zona de subducción, no se conoce, pero el marco geológico general del Occidente de Colombia permite creer que el basalto de la placa que obduce es de edad cretácea. El basalto de la placa que subduce necesariamente es más reciente, posiblemente del Terciario Medio o Superior, que el que se observa en las penínsulas. La zona de subducción parece haber tenido migración corta al oeste, siendo indicativo de esto, las grandes masas de turbiditas de Cabo Corrientes y la notoria acumulación de hipocentros sísmicos hacia el extremo occidental de la península.

Así, puede pensarse que la falla Coquí - Bahía Solano constituyó la sutura de la zona de subducción al comienzo; el movimiento de subducción ha creado posteriormente una zona más amplia de fallas hacia el oeste, y esta región continua siendo tectónicamente activa.

### **1.3 Geología Económica**

Las posibilidades metalogénicas de la región son muy pobres, puesto que la Serranía del Baudó constituye el arco externo de geosinclinal, y en la zona del estudio, carece de intrusiones ácidas que en su contacto con las rocas basálticas que la conforman, pudieran originar yacimientos de minerales preciosos como es el caso de otras regiones del Chocó, en donde el arco interno presenta un amplio desarrollo.

Existen algunas leves manifestaciones de cobre en el río Nuquí que no parecen justificar su exploración.

## **2.0 SISMOLOGIA**

### **2.1 Generalidades**

El territorio colombiano forma parte de una región de reconocida actividad sísmica en el mundo, denominada "Círculo Sísmico Circumpacífico". Esta faja es desde Tierra del Fuego, a lo largo de la Costa Pacífica del Continente Americano hasta Japón e Indonesia.

### **2.2 Bosquejo Sismológico Regional**

En Colombia existen dos zonas geográficas de mayor actividad sísmica: la Occidental y la Oriental. Se concentran en estas dos regiones la mayoría de los movimientos telúricos registrados hasta 1974. Una parte de estos fenómenos, se puede observar en la Zona Noroccidental de Colombia, de interés para el proyecto (Ver Dibujo SIS-1).

La región Occidental comprende la zona del Litoral del Pacífico, la Cordillera Occidental y parte de la Central. En el Sur de esta región, predominan fenómenos de origen volcánico, que son los responsables de aproximadamente el 8% de los movimientos registrados en todo el territorio Colombiano.

Desde el punto de vista tectónico, la región Occidental está menos afectada por fallas y plegamientos, lo que explica, en parte, la menor proporción de sismos registrados en ella, en comparación con la región Oriental. Casi el 90% de todos los sismos registrados en Colombia son debidos a causas tectónicas.

La mayor parte de los movimientos sísmicos que han ocurrido en la región Occidental, pueden estar relacionados con una Zona de Subducción paralela a la Costa Pacífica Suramericana, resultante de la expansión de los fondos oceánicos, y el levantamiento de la región continental.

En esta parte de la región Occidental no existen fenómenos volcánicos de naturaleza ígnea, pero al Norte son frecuentes los volcanes de lodo, que son la causa de un reducido número de movimientos sísmicos de intensidades bajas.

La zona del proyecto, se localiza en la parte Noroccidental de la región Occidental descrita.

Existe una tendencia de incremento en dirección W - E, tanto en la densidad de epicentros, como en la profundidad focal, la cual fluctúa entre 30 kilómetros en el Occidente y 200 kilómetros en el Oriente del país.

El mapa sísmico de la parte Noroccidental de Colombia (Dibujo SIS-1) está basado en el mapa de Registros Sismográficos de Colombia, 1950 - 1969 ( Universidad de los Andes 1989 ) actualizado hasta 1974, con una lista de sismos de la misma Universidad de los Andes desde 1492 a 1972, y con los registros, de 1972 a 1974, preparados por la Weston Geophysical Research Inc. El mapa de Riesgos Sísmicos en Colombia incluido fue extractado de Ramírez, J. E. (1977).

### **2.3 Bosquejo Sismológico del Sitio del Proyecto**

Para el análisis sismológico se escogieron círculos de  $1/2^\circ$ ,  $1^\circ$  y  $11/2^\circ$  de radio, los cuales se dibujaron tomando como centro el sitio del proyecto Mutatá. El radio de  $1^\circ$  en el círculo, corresponde aproximadamente a 110 kilómetros.

El análisis de los movimientos sísmicos registrados en los tres círculos se detalla en el Cuadro No. 1, el cual muestra que la mayor proporción de sismos, 122 de un total de 129, corresponden a intensidades menores de VIII, en la escala modificada de Mercalli, y que solo 7 de los 129 sismos, corresponden a intensidades entre VIII y IX.

Esto indica que la persistencia de sismos mayores de VIII, en un área de aproximadamente 152.000 kilómetros cuadrados es realmente muy baja.

Por otra parte el período de retorno de movimientos con intensidad de X, dentro de zonas con radio de 220 kilómetros, es de 160 años, con base en registros de 480 años. Así mismo, el período de retorno para intensidades de VIII y IX es de 110 años, pero la ocurrencia potencial combinando todas las intensidades de VIII o mayores, dentro del mismo período de registro es de 48 años. Por consiguiente, se reducen las posibilidades de que se produzcan movimientos telúricos con intensidades de VIII en un área tan extensa.

La mayor persistencia de movimientos sísmicos en los dos primeros círculos corresponde a intensidades de V y VII - VIII (17 y 12 movimientos respectivamente). Tres sismos de intensidad IX han sido registrados dentro del círculo de 165 kilómetros de radio, y un sismo de intensidad IX fue registrado dentro del círculo de 110 kilómetros de radio; el más cercano al centro está situado a unos 90 kilómetros de éste y por lo tanto su intensidad en el centro del círculo se reduciría a VII. El evento más desfavorable registrado hasta la fecha, es un sismo del círculo; de acuerdo con la relación intensidad, magnitud y aceleración horizontal de Gutenberg y Richter, puede usarse en relación de 0.3 g. para la componente horizontal y de 0.2 g. para la componente vertical.

Los datos recientes tomados a lo largo de la zona costera del Pacífico en Colombia indican que la profundidad focal se encuentra entre los 30 y 60 kilómetros, obteniéndose medidas que aumentan esta profundidad en dirección Este.

Parece que la tendencia general del movimiento causado por sismos a lo largo de la región andina, es mayor en sentido transversal a la disposición de las cordilleras que en sentido longitudinal a las mismas. Esta consideración merece especial interés, si se tiene en cuenta que de originarse oleaje tendría un movimiento preferencial en dirección E-W; y debe también tenerse en cuenta para los anclajes de la tubería de presión, ya que la línea de conducción y su pendiente topográfica desciende aproximadamente en esta dirección.

El análisis de todos estos factores evidencia una marcada tendencia a registrar mayor densidad de epicentros en sentido W-E. Sin embargo, se debe tener en cuenta que son muchos y variados los factores que afectan a cada zona en particular, y aunque exista una tendencia general, la naturaleza geológica de cada zona, las variaciones de atenuación, la profundidad total y cualquier condición que defina una zona en particular, pueden tener una marcada influencia en los cálculos y análisis realizados.



### 3.0 GEOLOGIA DETALLADA - DESARROLLO MUTATA

La zona del proyecto está ubicada en la quebrada Mutatá, tributaria del río Boroboro, el cual a su vez es afluente del río El Valle. Se sitúa a unos 24 kilómetros al SE de Bahía Solano en línea recta, entre las cotas 32 y 434 m.s.n.m. La zona costera en su conjunto tiene una precipitación promedio de 5.000 mm anuales, una temperatura media de 27o C, una humedad relativa que varía entre el 90 y 100% y su clima es "tropical lluvioso de selva". Se presenta una vegetación espontánea, muy heterogénea y abundante, correspondiente a la formación "Bosque muy húmedo tropical".  
(Referencia dibujos PG-00 a PG-06)

#### 3.1 Geología General

##### 3.1.1 Litología

###### A) Rocas Volcánicas

Las rocas de la zona estudiada son basaltos y afines con matriz afanítica, localmente envolviendo pórfidos de plagioclasa y máficos, de color gris verdoso oscuro a negro.

Sus componentes primarios son plagioclasa (labradorita), piroxenos, hornblenda, magnetita y pirita; sus constituyentes secundarios o de alteración son epidota, ceolitas y serpentina. A menudo se observan finas venillas de cuarzo lechoso cruzando erráticamente la roca y pirita finalmente diseminada. La roca sana es densa y compacta, encontrándose más fresca en contacto con la corriente de agua y en las paredes casi verticales de la garganta, entre la bocatoma y el primer salto.

La roca se presenta moderadamente diaclasada, con manchas de óxidos de hierro a lo largo de los planos de las diaclasa. La alternación de la roca, aprovechando los planos entrecruzados de las diaclasas, forma bolas ovoidales generalmente cubiertas por costras ferruginosa de diámetros entre 5 y 30 cm, llegando a veces hasta 1 metro de diámetro. En las superficies rocosas con menor pendiente, la vegetación primaria (musgos y líquenes) ataca químicamente, acelerando el fenómeno de la meteorización.

La roca alterada es de color más claro, en caso extremo de alteración toma un tinte rojizo o verdoso y se torna friable y deleznable. Su composición mineralógica en orden de importancia es: magnetita, plagioclasa, epidota, piroxenos, hornblenda, biotita y cuarzo.  
(Referencia dibujo PG-00)

## B) Depósitos Cuaternarios

### a) Suelos Residuales (Qsr)

Fuera del curso del río Boroboro, de las quebradas Los Paisas, Mutatá Chado, Chadocito, de sus torrentes tributarios y de sus laderas con pendientes superiores a los 50°, la roca se halla cubierta por suelos residuales con espesores variables entre 5 y 20 metros o más, los cuales constan de:

Nivel Inferior - Comprende bloques y cantos de basalto angulares a subangulares relativamente frescos, sometidos a la alteración físico - química y lixiviación a través de diaclasas y fracturas; este nivel se encuentra englobado en una matriz formada por finos fragmentos de roca alterada y limo arcilloso pardo - rojizo oscuro, contiene poca agua y presenta buena compactación.

Nivel Intermedio - Compuesto por finos fragmentos de roca alterada a extremadamente alterada, de color gris-rojizo y/o gris-verdoso claro y limo arcilloso pardo-rojizo. Algunas veces presenta bolas ovoidales de alteración mejor conservadas que el resto de la roca, de diámetros entre los 5 y 30 cm. También puede contener raíces de árboles y arbustos.

Generalmente la textura de la roca madre está presente, aunque mal conservada, por lo cual en la descripción litológica preliminar de las trincheras, a este nivel del suelo residual se le denominó como roca alterada, hasta casi completamente alterada. Dependiendo del grado de alteración de la roca, este nivel presenta características de cohesión, consolidación y compactación desde pobres hasta pésimas. El contenido de agua puede ser alto debido a su textura, el drenaje interno es lento. Su espesor varía entre 3 y 15 metros.

Nivel Superior- Se compone de arcilla pardo - amarillenta deleznable, pegajosa, muy húmeda y con alto contenido de restos vegetales. Las características de cohesión, consolidación y compactación de este nivel son casi nulas. El contenido de agua es muy alto y debido al relieve presenta un buen drenaje externo. Su espesor máximo es de 2 metros.

Una delgada capa de suelo vegetal orgánica (humus) cubre los niveles anteriores en donde la pendiente no es muy alta.

### b) Derrubios de pendiente (Qdp)

Cubren las laderas empinadas de los cursos de agua presentando un aumento del tamaño de sus componentes hacia la parte baja de las laderas.

Están compuestos por bloques y cantos angulares a subredondeados de roca, la cual se presentan generalmente alterada en superficie, y se hallan englobados por una matriz deleznable y friable de finos fragmentos de roca completamente alterada y limo-arcillosa pardo amarillento. Sus características de cohesión, consolidación y compactación son casi nulas. Su contenido en agua puede ser alto y presenta un drenaje rápido. Su espesor es muy variable y de difícil estimación, pudiendo alcanzar hasta los 20 metros.

#### c) Rigolito (Or)

Se compone de finos fragmentos de roca completamente alterada sin cohesión, deleznable, friable y permeable. Generalmente carece de arcilla debido a la lixiviación, presentando en su parte inferior un nivel de concentración arcillosa. Su color es carmelito o pardo amarillento claro.

El contenido en agua es bajo y su drenaje es rápido. La ausencia de árboles altos y frondosos que protejan al suelo de la acción directa de la lluvia, determina la presencia de rigolito cubriendo generalmente el nivel inferior, menos alterado, del suelo residual. Sus características de cohesión son casi nulas, y su consolidación y compactación son muy bajas. El espesor máximo es de unos 2 metros.

#### d) Aluviones (Qal)

Se presentan rellenando el valle del río Boroboro, formando extensos y espesos depósitos de cantos, gravas y arenas oscuras; en los cauces casi planos de las quebradas Los Paisas, Mutatá, Chadocito y Chadó se depositan cantos, gravas y arenas grises a pardo-rojizas formando pequeños y muy espesos playones; y en los cauces pendientes de las mismas quebradas se presentan depósitos caóticos de bloques, cantos y gravas de contornos angulares a subredondeados.

La composición mineralógica de las arenas, en proporción decreciente, es: magnetita, piroxenos (más frecuentemente augita), epidota, plagioclasa (labradorita), hematita, hornblenda, cuarzo (menos del 3%), rutilo e ilmenita.

### **3.1.2 Geología Estructural**

Las directrices tectónicas de la Serranía del Baudó tienen una marcada orientación N-S, que hacia la frontera con Panamá tiende a hacerse NW. Tectónicamente la situación puede resumirse así: se presentan dos sistemas de grandes fallas, uno Norte-Sur muy notorio, que hacia el extremo norte se desvía hacia el oeste y un sistema Este-Oeste mucho menos definido.

Dentro del sistema Norte-Sur cabe hacer una importante distinción: al occidente (región de la Serranía del Baudó - depresiones costeras-penínsulas) predominan las fallas inversas de bajo ángulo. Se puede apreciar el carácter inverso de estas fallas en la península de Cabo Corrientes, donde se observa un cabalgamiento E-W.

El bajo ángulo de estas fallas, se demuestra por los hipocentros sísmicos que determinan una inclinación de la placa hacia el E de aproximadamente  $28^\circ$ . La falla principal, o de Coquí-Bahía Solano, tiene una zona de brecha que en algunos sitios pasa de 5 kilómetros de ancho, determina la depresión Bahía Cueva-Coquí en la península de Cabo Corrientes, y la depresión Ensenada de Utría - Bahía Solano en la península de este nombre. Al Oriente y al Occidente de esta gran falla se presentan varias menores, que son fallas satélites.

Las estructuras presentes en la zona del Proyecto Mutatá son fallas y diaclasas.

Al pie del primer salto y en la margen derecha de la quebrada Mutatá, fueron observadas dos fallas: una con dirección entre  $350^\circ$  y  $355^\circ$  e inclinación entre  $80^\circ$  al E y vertical, con abertura de un metro rellena en su superficie visible por fragmentos de roca y por la cual brota agua.

Esta falla se repite en un corto trecho, y forma una cuña con la otra falla de dirección  $320^\circ$  e inclinación vertical, también abierta y rellena de fragmentos de roca. En este sitio se presenta una zona de inestabilidad tectónica, que se manifiesta en la margen derecha del primer salto. (Referencia dibujo PG-04)

En la margen izquierda de la quebrada Mutatá se presentan zonas de inestabilidad potencial, actualmente retenidas por la vegetación, expuestas por las cañadas (La Plomada, La Seca, El Pedregal, La Salle) que fluyen con dirección NW hacia la quebrada, reguladas por el alineamiento tectónico. En esta margen izquierda de la quebrada, los depósitos Cuaternarios cubren la superficie impidiendo la observación directa de los fenómenos tectónicos. (Referencia dibujo PG-03)

Los saltos de la quebrada Mutatá, que se encuentran en grupos, son causados por fallas de dirección NW y sus escalones por diaclasas con la misma dirección inclinados al SW.

El diaclasamiento en la zona es de densidad media, y en general sus planos de encuentran cerrados. Se determinaron 5 sistemas principales de diaclasamiento:

1. Con dirección entre  $315^\circ$  y  $350^\circ$  e inclinación entre  $45^\circ$  y  $65^\circ$  al NE, en sentido contrario al flujo de la quebrada, es el sistema más frecuente presentándose con espaciamiento de 1 a 3 metros.

2. Con dirección entre  $320^{\circ}$  y  $330^{\circ}$  e inclinación entre  $70^{\circ}$  NE y más frecuentemente vertical, forma los planos de caída vertical de los saltos y es la repetición en menor escala o satélite de la falla anteriormente descrita.
3. Con dirección entre  $285^{\circ}$  y  $335^{\circ}$  e inclinación entre  $45^{\circ}$  y  $64^{\circ}$  SW, en sentido del flujo de la quebrada, formando los peldaños de los saltos.
4. Con dirección entre  $45^{\circ}$  y  $50^{\circ}$  e inclinación vertical, regula en varios sectores la dirección de la quebrada Mutatá, formando sus paredes verticales.
5. Con dirección entre  $100^{\circ}$  y  $110^{\circ}$  e inclinación vertical, también forma las paredes verticales de la quebrada y regula su curso en algunos sectores. Esta diaclasa puede presentar sus planos con cierta abertura.

### 3.1.3 Geomorfología

El rasgo geomorfológico dominante de la parte baja del flanco occidental de la Serranía de La Costa es la excavación rápida de los cañones de los ríos, resultado de uno o más levantamientos orogénicos recientes que han modificado el nivel base general de la región. La topografía va adquiriendo una pendiente más acentuada en dirección al oeste, hacia el Océano Pacífico en donde forma acantilados, y los cauces que la drenan se angostan y encañonan, formando numerosos rápidos y cascadas.

Los ríos principales forman con sus afluentes una red de drenaje dentrítica a subangular de densidad media que dan toda la región una alta escorrentía, lo cual, asociado a la muy alta precipitación pluviométrica de la región producen una erosión selectiva de gran velocidad.

La quebrada Mutatá en su curso alto, antes de los saltos, constituye una pequeña hoya de contorno ovoidal alargado, de unos 5 kilómetros de larga por 1.5 kilómetros de ancho máximo. Las cumbres que rodean la cuenca son poco escarpadas, se encuentran a un altura máxima de 100 metros por sobre el nivel casi plano de la hoya, y presentan contornos y cimas subangulares. La quebrada fluye con una dirección general WSW, recibiendo arroyos y torrentes con direcciones casi normales a ésta; su cauce es relativamente profundo y estrecho, puesto que lo ha excavado en los solubles suelos residuales, que rellenan la superficie de su hoya. Forma pequeños meandros, con pozos poco profundos que muestran la roca basáltica muy alterada en el fondo, y deposita pequeños playones arcillo-arenosos con gravas y cantos subredondeados.

La quebrada Mutatá en el sector comprendido ente el encañonamiento de su cauce (en el extremo SW de su hoya superior), los saltos y raudales, y su llegada al nivel del plano aluvial del río Boroboro; fluye con una dirección SW y tramos de dirección NW mostrando una disposición escalonada y rectangular, motivada por causas tectónicas. Las cañadas y torrentes tributarios de la quebrada fluyen hacia el NW regulados también por los alineamientos tectónicos. En este sector el cauce de la quebrada es profundo y angosto, con laderas escarpadas (en especial en la margen derecha con pendientes superiores a los  $50^\circ$ ), presentando fuertes pendientes que causan rápidos y raudales.

Los saltos son causados por fallas y diaclasas de dirección NW y se encuentran en grupos; el primer salto, y el más importante, tiene unos 50 mt de caída vertical, siguiéndole muy cercanos, otros dos saltos escalonados de unos 25 mts de caída cada uno completando unos 100 mts de caída total; sigue la quebrada en raudal sobre un caos de bloques, y se presentna otros tres saltos con una separación entre uno y otro de unos 100 mts, y un orden de caída de 35 mts cada uno, completando otros 105 mts, continúa la quebrada en raudal con su cauce más encañonado e inaccesible, pero que debe presentar otros tres saltos separados, de caída algo menor que los anteriores, habiéndose observado el último de dichos saltos de unos 30 mts de caída.

La quebrada Mutatá, en su trayecto final, sobre el plano aluvial antiguo del río Boroboro y su desembocadura al mismo, fluye con dirección WNW con poca pendiente, excavando los aluviones antiguos y depositando sus ropios aluviones de bloques, cantos y gravas subangulares.

El río Boroboro, aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Mutatá, fluye con una dirección general NNW, su cauce es poco pendiente, sus laderas son escarpadas, formando un valle aluvial estrecho en el cual desarrolla meandros y deposita playones de arenas oscuras, gravas y cantos y constituye rápidos de bajo fondo.

En su trayecto aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Mutatá, el río Boroboro corre con dirección general WNW, con cauce muy poco pendiente, formando un amplio valle aluvial con grandes meandros (algunos abandonados) y extensos depósitos de arenas oscuras, gravas y cantos subredondeados.

En su curso más bajo y hasta su desembocadura en el río El Valle, el río Boroboro se divide en varios brazos, con su cauce casi plano, en un amplio valle cenagoso y con densa vegetación.

### 3.2 Geotecnia

En este capítulo se resumen las características geológicas, del Proyecto Mutatá como se indica a continuación:

### 3.2.1 Condiciones Geotécnicas del Embalse

El embalse del Proyecto Mutatá tendrá una longitud total de 1.400 mts y una capacidad total de 58.000 m<sup>3</sup>, de la cual corresponden 10.000 m<sup>3</sup> a embalse muerto y 48.000 m<sup>3</sup> al embalse útil.

Sobre las márgenes y laderas de la quebrada Mutatá en su pequeña hoya superior, los depósitos Cuaternarios no consolidados presentan zonas de derrumbes fosilizados y potenciales.

Los derrumbes fosilizados comprenden áreas estables en las condiciones actuales, tienen una topografía moderada cubierta por derrubios de pendiente en algunos escarpes.

La cubierta vegetal es extensa y bien protegida por los espesos bosques naturales en toda el área del embalse.

Las zonas de derrumbes potenciales son escasas y de poco volumen y las constituyen derrubios de pendientes al pie de algunos escarpes.

Existe la posibilidad de arrastre de la cobertura arcillosa, puesto que al embalsar la quebrada, se destruirá la vegetación que protege los suelos residuales, con su consecuente saturación y arrastre. Se deberá talar la vegetación más alta y frondosa y retirar esos residuos del área de inundación, para evitar obstrucciones de la bocatoma y daños en el vertedero.

La composición de las rocas que conforman el área de embalse y los pocos accidentes tectónicos que las afectan aseguran la impermeabilidad del embalse. No existen rocas calcáreas cuya disolución favorezca la formación de Karst o cavernas de fuga, ni sectores de gran facturación por debajo de las cotas de embalse que pudiesen originar filtraciones hacia afuera del vaso.

La posibilidad de formación de oleaje por movimientos sísmicos, con dirección preferencial E-W, en el embalse, se minimiza debido a la estrechez del mismo y a los meandros de su curso que frenarían la ola antes de que llegase a la presa.

### 3.2.2. Condiciones Geotécnicas del Sitio de Presa

El curso de la quebrada Mutatá en su pequeña hoya ovoidal tiene una dirección general WSW, a unos 300 mts aguas arriba del sitio de presa, el curso cambia su dirección hacia el NW, siguiendo el alineamiento tectónico que regula los saltos y el curso de las cañadas tributarias de la quebrada Mutatá, aguas abajo del primer salto. Este alineamiento es seguido por pequeñas cañadas tributarias de la quebrada Mutatá, aguas abajo del primer salto.

Este alineamiento es acá también seguido por pequeñas cañadas, y por salientes rocosas que forman reducidos escarpes a unos 200 y 120 metros aguas arriba de la represa (Dibujo GEO-1), y corrobora por la presencia repetida de las diaclasas del sistema  $320^{\circ}$  a  $330^{\circ}$  e inclinación vertical.

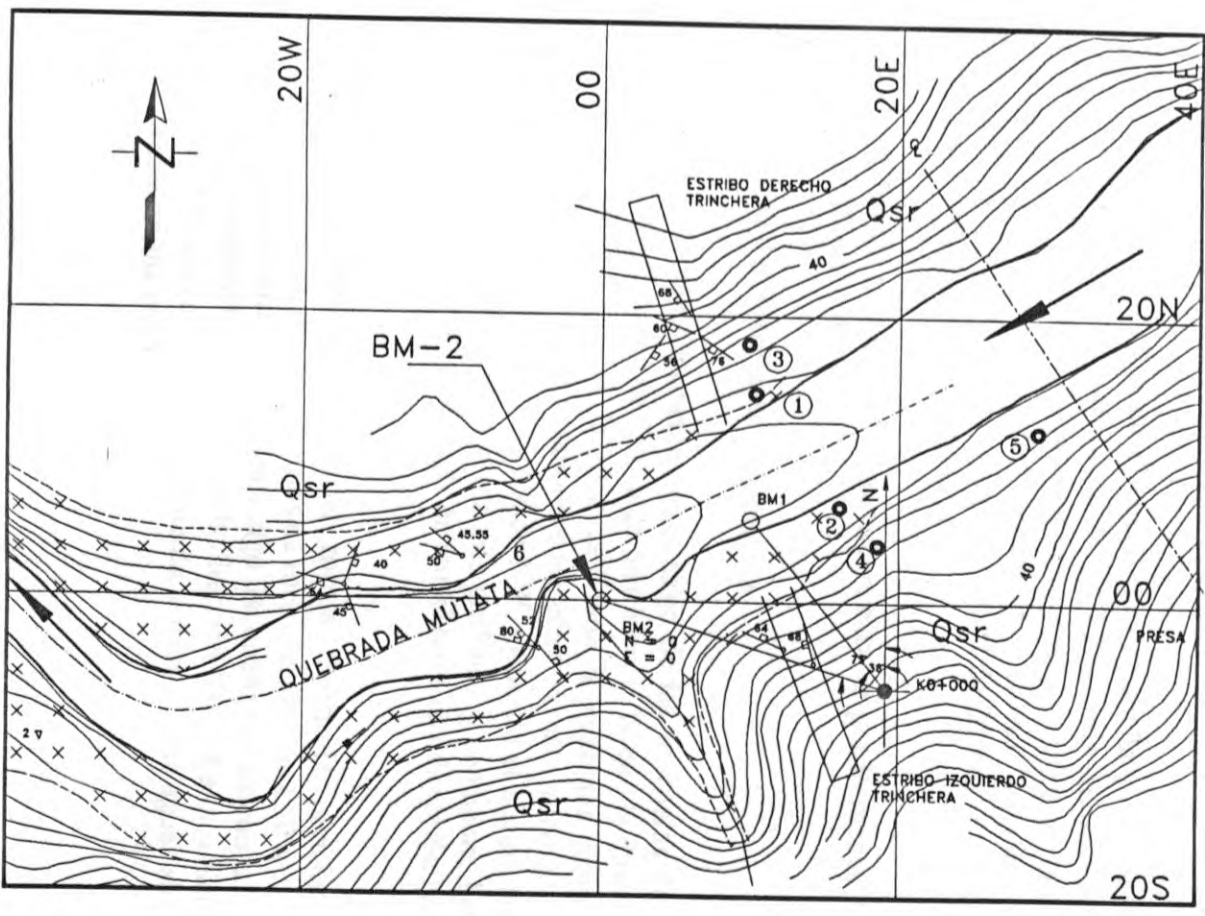
Aguas abajo, continúa la quebrada Mutatá con dirección WSW y su cauce se angosta, entre márgenes con pendientes del orden de los  $45^{\circ}$  cubiertas por espesos suelos residuales.

En el sitio escogido preliminarmente para la presa, con el fin de estimar el espesor de la cobertura del suelo residual y conocer sus características y comportamiento, se excavaron dos trincheras, una en cada uno de los estribos de la presa (Ver Figuras y Registros de trincheras). En estas trincheras, a pesar de haber llegado hasta los 11 mts de excavación horizontal no se logró alcanzar la roca sana, permaneciendo en el nivel intermedio del suelo residual compuesto por roca basáltica muy alterada, parcialmente oxidada, permeable, con muy pobres características de cohesión, consolidación y compactación. Se recolectaron muestras de la roca alterada de estas trincheras para su análisis mineralógico en el laboratorio, dando como resultado una composición que refleja una roca madre de tipo basáltico (Ver Registro de Trincheras). También fueron tomadas muestras en cada una de estas trincheras, con todas las precauciones necesarias, para someterlas a ensayos de permeabilidad en laboratorio. Contradictoriamente con lo observado en el terreno y con varios aforos del agua de infiltración, el resultado del laboratorio dió una permeabilidad relativa "muy baja". Esto debe interpretarse en el sentido de que la permeabilidad a que se refieren es la de la roca propiamente dicha, y no la del cuerpo rocoso, que está afectado por la meteorización, diaclasamiento, etc.

Debido a la considerable remoción de material estas trincheras causaron zonas de inestabilidad, por lo cual se optó por situar la presa unos 25 mts aguas arriba del sitio elegido anteriormente.

Inmediatamente aguas abajo de las trincheras anteriormente descritas, comienza el afloramiento de la roca basáltica de aspecto exterior sano, lo cual motiva la creación de rápidos en el cauce de la quebrada y su encañonamiento entre paredes rocosas casi verticales. El fondo de la quebrada se encuentra constituido por roca sana, puesto que el lavado continuo de la corriente de agua ha arrastrado las partículas de roca en proceso de alteración. La roca por fuera del flujo de agua está superficialmente meteorizada hasta una profundidad mínima de 0.5 mts, y fracturada por las diaclasas descritas en lo referente a Geología Estructural. En la margen derecha de la quebrada, a unos 20 metros aguas abajo de la trinchera de este estribo, semiculta por la vegetación, la roca se presenta muy fracturada y en bloques removidos.





**CONVENCIONES**

<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Qsr</span>	SUELO RESIDUAL
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">x x x v v v</span>	BASALTO
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">/ / /</span>	TRINCHERA
<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">o</span>	BARRENOS PERFORADOS
<span style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">/ / /</span>	CONTACTO
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">/ / /</span>	DIACLOSA VERTICAL
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">/ / /</span>	DIACLOSA E INCLINACION

<b>STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores</b>							
Diseño: G. LEON G.	Revisó: G. LEON G.	Depto: Geol.	Revisó: M. MELO N.	Depto: Suel. Arg.	Presentó: R. STRENGER	Fecha: Feb/93	EMITIDO PARA LICITACION
Dibujó: F. BAUTISTA R.	L. ESPINOSA B.	Hidr.			Aprobó:		0
						REVISIONES	No.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA  
ELECTRIFICADORA DEL CHOCO

PCH BAHIA SOLANO  
GEOLOGIA DEL SITIO  
DE LA PRESA

Escala: 1:500
Paquete No.: PCH-1192-00
Dibujo No.: GEO-1

FILE-GEOSITIO

Los sistemas de diaclasas principales, cuyas direcciones son casi perpendiculares al flujo de la quebrada hacen suponer una buena estanqueidad. El sistema de diaclasas con inclinación al SW (flujo de la quebrada), al presentar sus planos cerrados, no ofrece peligro para la estabilidad y estanqueidad del muro de contención.

El sistema de diaclasas con dirección entre  $100^\circ$  y  $110^\circ$  e inclinación vertical, cuyos planos se presentan algunas veces abiertos en superficie, podría llegar a causar infiltraciones.

Las fallas principales, cuyos alineamientos tectónicos determinan el curso de la quebrada Mutatá y sus cañadas tributarias, señalando zonas de debilidad en varios lugares, no parecen afectar exteriormente el sitio de presa.

La presa vertedero diseñada para este proyecto estará construida en concreto ciclópeo con una altura total de 7.0 mts y una longitud del vertedero de 25 mts.

Para la cimentación de la presa, se deberá remover la cobertura de arcilla y roca alterada. La remoción del suelo en los estribos será del orden de los 3 mts horizontales, con una pendiente máxima de  $45^\circ$  y hasta una altura mínima de 3 mts por sobre la cota del vertedero. Se deberá remover la capa exterior deleznable y colocar gaviones para protección de los estribos de la represa, en una longitud mínima de 20 mts, tanto aguas arriba como aguas abajo del cuerpo principal de la misma.

Para garantizar la estanqueidad del piso de la presa se deberá excavar por lo menos 2 mt, en roca alterada del fondo de la quebrada.

### 3.2.3 Condiciones Geotécnicas del Sistema de Conducción

El curso de la quebrada Mutatá, inmediatamente aguas abajo de las trincheras de los estribos de la bocatoma, toma una dirección de  $255^\circ$  algo más hacia el W que la dirección anterior, y al comenzar el afloramiento de la roca casi sana la quebrada adquiere pendiente, creándose rápidos en su cauce y encañonándose entre paredes rocosas casi verticales. Luego el cauce encañonado toma una dirección NW, siguiendo el alineamiento tectónico más notorio de la zona, haciéndose cada vez más profundo y pendiente, hasta aguas abajo de la trinchera TP-1, en donde la quebrada en raudal toma una dirección NE y se precipita en el primer salto.

En la margen izquierda de la quebrada, la pared rocosa escarpada permite el empotramiento de la tubería de presión, mediante pernos de roca anclados de 2.50 a 3 mts en la roca, pues la superficie se encuentra meteorizada y algo fracturada por diaclasas. Se debe tener en cuenta la cañada torrencial, que corre con la dirección NW del alineamiento tectónico, y cae a la quebrada Mutatá en su margen izquierda, a unos 10 mts aguas abajo de la trinchera excavada en esta misma margen.

La tubería de presión debe enterrarse y protegerse con recubrimiento de concreto en este sitio (al SE del BM-2) de la poligonal), para evitarle daños. Así mismo, un pequeño torrente que cae a la Mutatá unos metros aguas arriba del Delta 2 de la poligonal, podría causar daños a la tubería o a su empotramiento en la roca.

A partir del Delta 2, para conservar el nivel de la tubería, cota 432.3 m.s.n.m. y su pendiente del 1.8%, se deberá hacer una excavación con dirección WSW de unos 25 mts de largo y unos 14 mts de altura. Esta excavación se hará en roca basáltica superficialmente alterada y fracturada por diaclasas; al profundizar la excavación la roca presentará mejores características de cohesión, consolidación y compactación, y su contenido de agua de infiltración no parece ofrecer motivos de inquietud. Este tipo de roca permite una pendiente de unos 60°, pero en los 2 mts exteriores del corte, por el estado de fracturación intensa de la superficie de la roca, una pendiente de unos 45° se impone como garantía de estabilidad. Para proteger la tubería de posibles precipitaciones ocultas, ésta deberá recubrirse con concreto, y un relleno de un mínimo de 1 mt de espesor de fragmentos de la roca excavada no sería superfluo.

A la salida de este corte se presenta una escarpa, con una pendiente de unos 48°, en la cual la roca alterada superficialmente está cubierta por una delgada capa de suelo vegetal.

Esta roca, al remover su superficie alterada y fracturada, ofrece buenas características para la fundación de anclajes, pero deben evitarse los cortes alargados en el sentido de su pendiente, puesto que se constituirán cauces para el agua de escurrimiento, con el consiguiente zapado de las fundaciones de anclajes o apoyos inferiores.

En la parte baja de la escarpa anterior, entre la roca casi sana al E y una zona de derrumbe al W, corre la cañada acá denominada La Plomada, siguiendo su curso el alineamiento tectónico NW, en la abscisa K0 + 148 de la poligonal topográfica.

Entre el curso de la cañada La Plomada (abscisa K0+148) y el de la cañada La seca (abscisa K0+300) y para la fijación de la tubería de presión se ejecutarán pequeños cortes, que deberán ser rellenados una vez asentada la tubería para evitar daños en los anclajes o soportes de la misma, por el agua de escurrimiento y la creación de zonas de inestabilidad. Estos cortes estarán aproximadamente situados entre las abscisas : K0+157 y K0+168, K0+179 y K0+181, K0+199 y K0+202, K0+216 y K0+220, K0+239 y K0+243, K0+275 y K0+280.

Entre el curso de la cañada La Seca (Abscisa K0+300) y el de la cañada El pedregal (abscisa K0+420), se excavarán los cortes situados aproximadamente entre las abscisas: K0+310 y K0+322, K0+335 y K0+340, K0+353 y K0+356, K0+367 y K0+374, K0+379 y K0+384, K0+388 y K0+394.

Estos cortes también se deben rellenar, debido a las mismas razones expuestas anteriormente, teniendo especial cuidado con los dos últimos, puesto que se hallan en el sentido de la pendiente y están constituidos por roca muy alterada y deleznable como se comprobó en la trinchera TP-6.

Para el cruce de la cañada El Pedregal y la gran zona inestable situada al SW de ésta, causada por una falla, como lo demuestra la trinchera TP-8 y el alineamiento tectónico NW de la cañada.

Entre los cauces de las cañadas El Pedregal (abscisa K0+420) y La Salle (abscisa K0+610), se deberán excavar los cortes situados aproximadamente entre las abscisas: K0+506 y K0+512, K0+517 y K0+538, K0+548 y K0+552, K0+553 y K0+580, K0+593 y K0+598. Los cortes situados en pendientes se deben rellenar, se requiere atención especial en el último corte constituido por roca muy alterada e inestable (Ver Trinchera TP-10).

Los cortes entre las abscisas K0+691 y K0+708, K0+718 y K0+726 no requieren atención especial por ser planos.

El corte en pendiente situado entre las abscisas K0+770 y K0+781 requiere cuidado y relleno posterior por estar constituido por roca muy alterada (Ver trinchera TP-13).

Continúan las excavaciones entre las abscisas K0+311 y K0+317, K0+832 y K0+836, K0+873 y K0+860 (roca muy alterada, demostrada por trinchera TP-14) K0+900 y K0+903, K0+916 y K0+920, K0+924 y K0+929, K0+956 y K0+960, K0+980 y K0+983, K1+014 y K1+019, K1+077 y K1+084 que no requieren especial atención.

El corte en pendiente situado entre las abscisas K1+123 y K1+140 requiere relleno posterior por estar constituido por roca muy alterada (Ver Trinchera TP-17), lo mismo para los cortes de las abscisas K1+163 y K1+174, K1+267 y K1+270 (roca con extrema alteración de mostrada por trinchera TP-18), K1+332 y K1+337, K1+354 y K1+360 (roca con extrema alteración demostrada en la Trinchera TP-19).

Las excavaciones que continúan no requieren atención especial aparte de su relleno posterior cuando se sitúan en pendientes, se encuentran constituidas por roca basáltica alterada a muy alterada como se comprueba en las trincheras TP-10 y TP-21.

La línea de conducción se situó 10 a 15 mts hacia el Norte, quedando casi paralela a la poligonal básica de topografía, de la abscisa K1+210 hasta la abscisa K1+550, por lo tanto el abscisado original con el que se han definido los cortes, zonas inestables, trincheras etc. sufre una variación. Con este cambio de trazado se sigue la línea de cresta descendiente, y se disminuyen ángulos tanto verticales como horizontales en la línea de conducción.

### 3.2.4 Condiciones Geotécnicas del Sitio de la Casa de Máquinas

La Casa de Máquinas está localizada al pie de la colina, a pocos metros de la margen izquierda de la quebrada Mutatá. Su fundación se hará sobre roca casi sana, pero con fracturas debida a causas tectónicas. Se deberá remover toda la cobertura de aluvión antiguo del río Boroboro y de derrubios de pendiente de la parte baja de la ladera, así como la capa de roca muy alterada para asentar la fundación en la roca de mejor consistencia y compactación, y menor grado de fracturación (Ver Trinchera CM-1 y CM-2).

Hacia el pie de la colina, en el costado sur de la Casa de Máquinas, se deben construir bermas de protección para detener posibles deslizamientos. Cualquier corte que se ejecute para el asentamiento de la tubería de carga, deberá ser estabilizado y rellenado para evitar la acción del agua de escurrimiento.

En el costado Nordeste-Norte de la casa de máquinas se construirá un muro de protección, de unos 32 mts de longitud y 5 mts de altura sobre el nivel normal de la quebrada Mutatá. Este muro debe penetrar profundamente en la roca casi sana, puesto que en este sitio la quebrada presenta un viraje que lanza su flujo contra esta ladera y ha puesto al descubierto la roca.

### 3.3 Materiales de Construcción

#### 3.3.1 Material Petreo para Concreto Ciclópeo

Para el suministro de roca necesaria para conformar el concreto ciclópeo que se requiere para la construcción de la presa y sus muros de protección laterales, existe abundante material en el lecho de la quebrada Mutatá. Otra fuente de material la constituye las paredes rocosas escarpadas del cañon de la quebrada Mutatá cercanas al sitio de presa. Esta roca basáltica se encuentra alterada superficialmente y moderadamente fracturada por diaclasas, presentándose densa y compacta, ofreciendo buenas características para el fin requerido.

La roca se debe explotar únicamente en la margen derecha de la quebrada, aguas abajo del sitio de presa, para no disturbar la pared izquierda en donde irá empotrada la tubería de presión. Se debe tener cuidado con las voladuras, para no colmatar el cauce de la quebrada y así evitar la perturbación de sus condiciones actuales.

#### 3.3.2 Materiales para Concreto

Como agregado grueso para el concreto de las obras en la presa, de los anclajes y recubrimiento de la tubería de presión, se podrán utilizar los fragmentos finos y medianos producidos por la explosión de la cantera para la obtención del material rocoso.

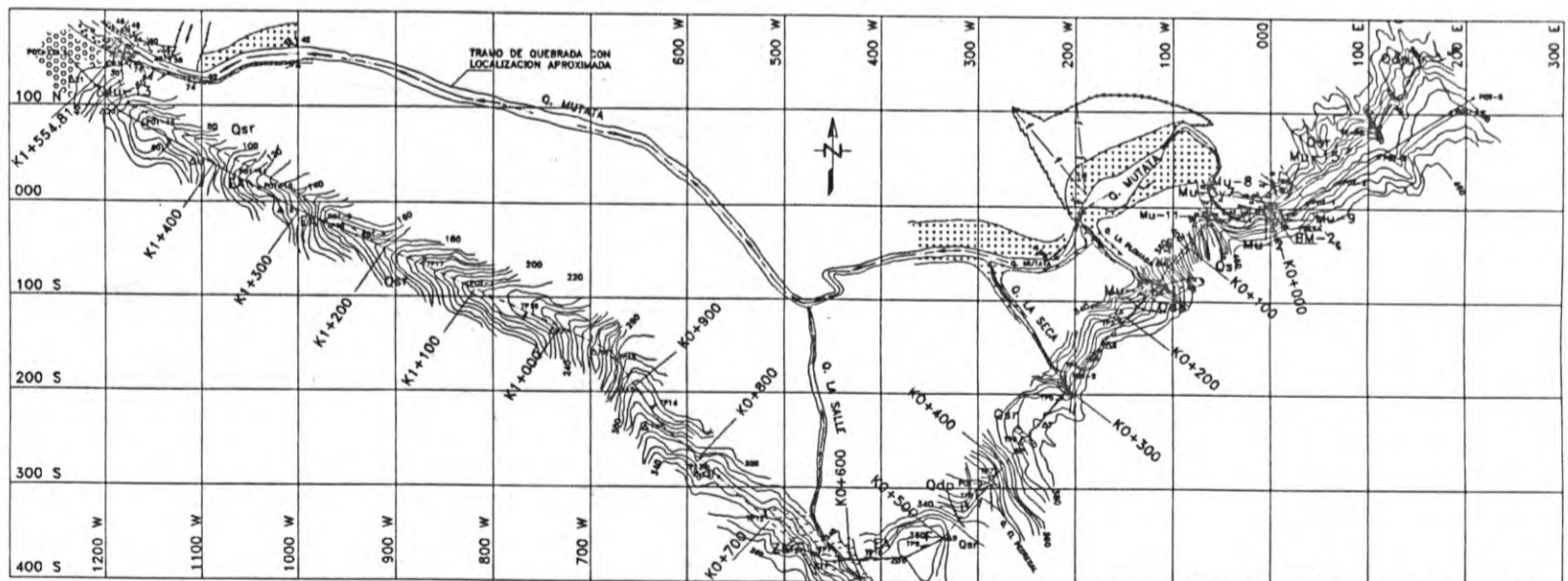
También se podrán utilizar como agregado grueso para el concreto los bloques y cantos rodados sanos, que se presentan abundantemente en los cauces de quebrada Mutatá y las cañadas La Seca, El Pedregal y La Salle.

Para los anclajes de la tubería de presión en su parte inferior, fundación y obras de casa de máquinas, se podrá emplear como agregado grueso para el concreto, los bloques y cantos rodados sanos que abundan en el cauce bajo de la quebrada Mutatá.

Se buscaron exhaustivamente arenas en el curso alto de la quebrada Mutatá, aguas arriba del sitio de presa y en los pequeños playones cercanos a la misma; en el curso bajo de la quebrada; en el curso alto del río Boroboro aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Mutatá; en su curso aguas abajo de la misma; en el río El Valle, entre la confluencia del río Boroboro y su desembocadura al Océano Pacífico y en la ensenada de Utria.

Se analizó el contenido mineralógico de estas "arenas" y en el mejor de los casos alcanzó un 2.5% de cuarzo, lo cual descarta prácticamente la utilización de las mismas como agregado fino para el concreto.

De acuerdo con observaciones directas en campo parece más conveniente la utilización de los agregados finos encontrados en los aluviones del río Boroboro.

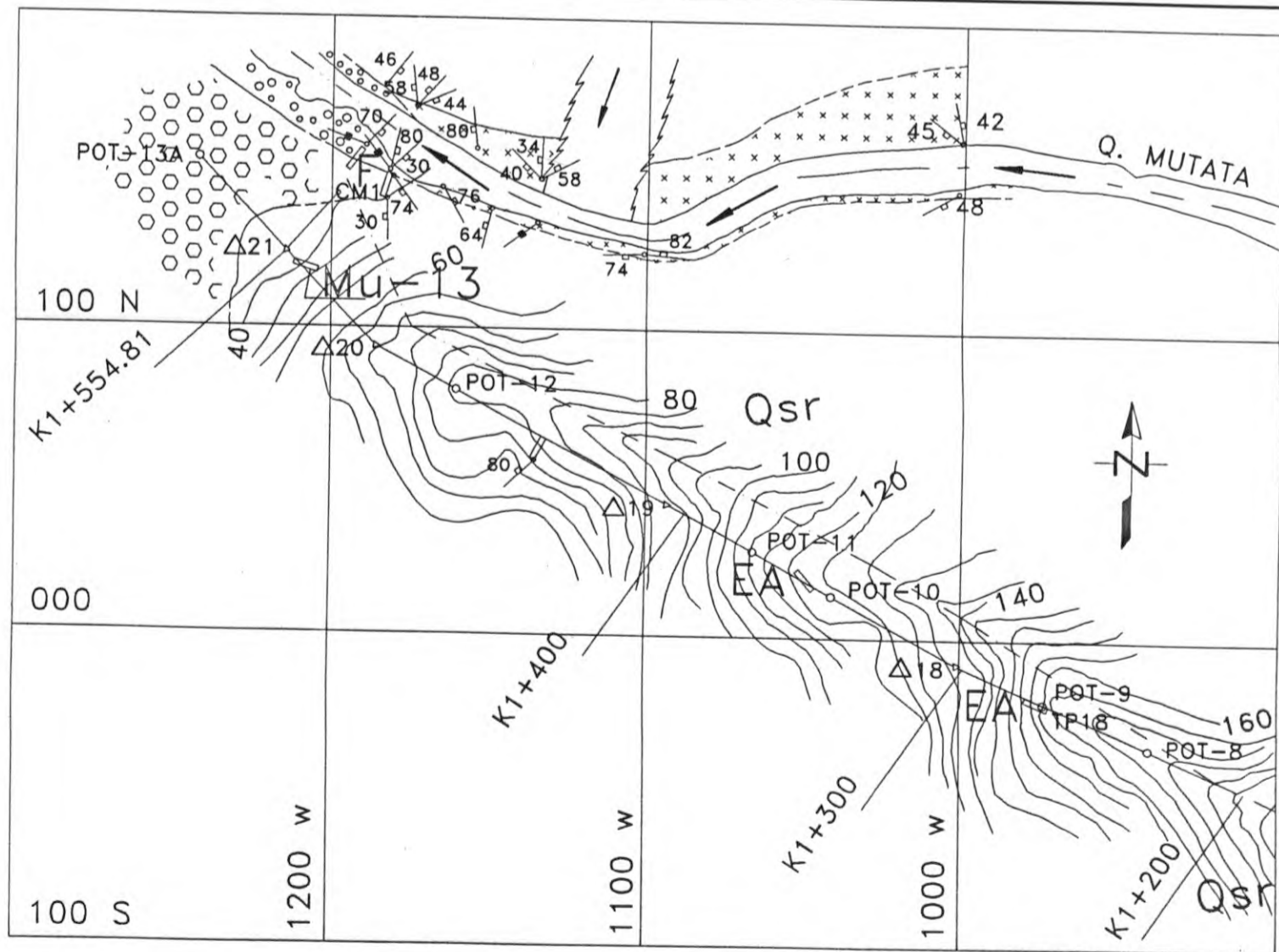


NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON BASE EN EL PLANO DE C & S LTDA No. 88-2-305 DE Agosto / 1980

### CONVENCIONES

- |           |                        |          |                                      |                                     |  |                                    |
|-----------|------------------------|----------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|------------------------------------|
| Qsr       | SUELO RESIDUAL         | DERRUMBE | ZI                                   | ZONA INESTABLE (ARBOLES INCLINADOS) | TB   | TRINCHERA EJECUTADA SITIO DE PRESA |
| Rigolito  | RIGOLITO               | Mu-8     | DIACLASA E INCLINACION ( EN GRADOS ) | TBI=ESTRIBO IZQUIERDO               | TDB=ESTRIBO DERECHO                        |                                    |
| Aluviones | ALUVIONES              | F        | DIACLASA VERTICAL                    | TP                                  | TRINCHERA EJECUTADA TUBERIA DE PRESION     |                                    |
| Qdp       | DERRUBIOS DE PENDIENTE | EA       | CONTACTO                             | TC                                  | TRINCHERA EJECUTADA SITIO CASA DE MAQUINAS |                                    |
| Basalto   | BASALTO                |          |                                      |                                     | EJE TUBERIA DE PRESION                     |                                    |
|           |                        |          |                                      |                                     | POLIGONAL BASICA DE TOPOGRAFIA             |                                    |
|           |                        |          |                                      |                                     | EJE APROXIMADO DE LA QUEBRADA              |                                    |

FILE: CHOCO\GEOGEN.DWG

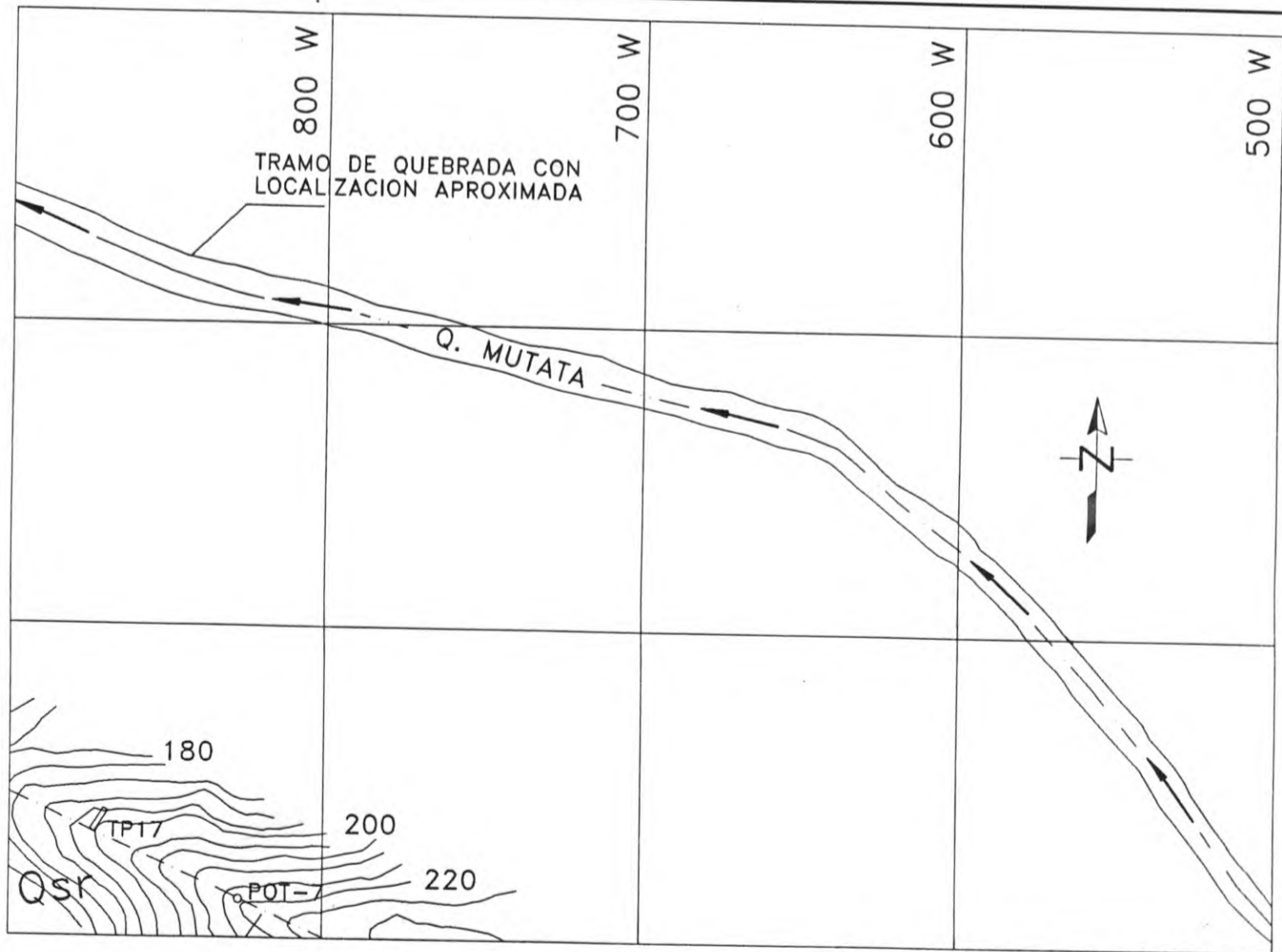


NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON  
 BASE EN AL PLANO DE C & M LTDA  
 No. 88-2-305 DE Agosto / 1980

FILE: C:\ACAD\BAHIA\G-001.DWG


STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores										MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA		PCH BAHIA SOLANO		Escala: 1:2000	
Diseño: G. LEON G.	Revisó: G. LEON G.	Dpto: Geol.	Revisó: M. MELO N.	Dpto: Hidr.	Presentó: R. STREIDINGER	Feb/93	EMITIDO PARA LICITACION			ELECTRIFICADORA DEL CHOCO		GEOLOGIA GENERAL		Paquete No.: PCH-1192-001	
Dibujó: M. ESPINEL S.	L. ESPINOSA B.				Aprobó:	Fecha:	REVISIONES			PLANO No. 1		Dibujo No.: PG-01		Rev. No. 1	

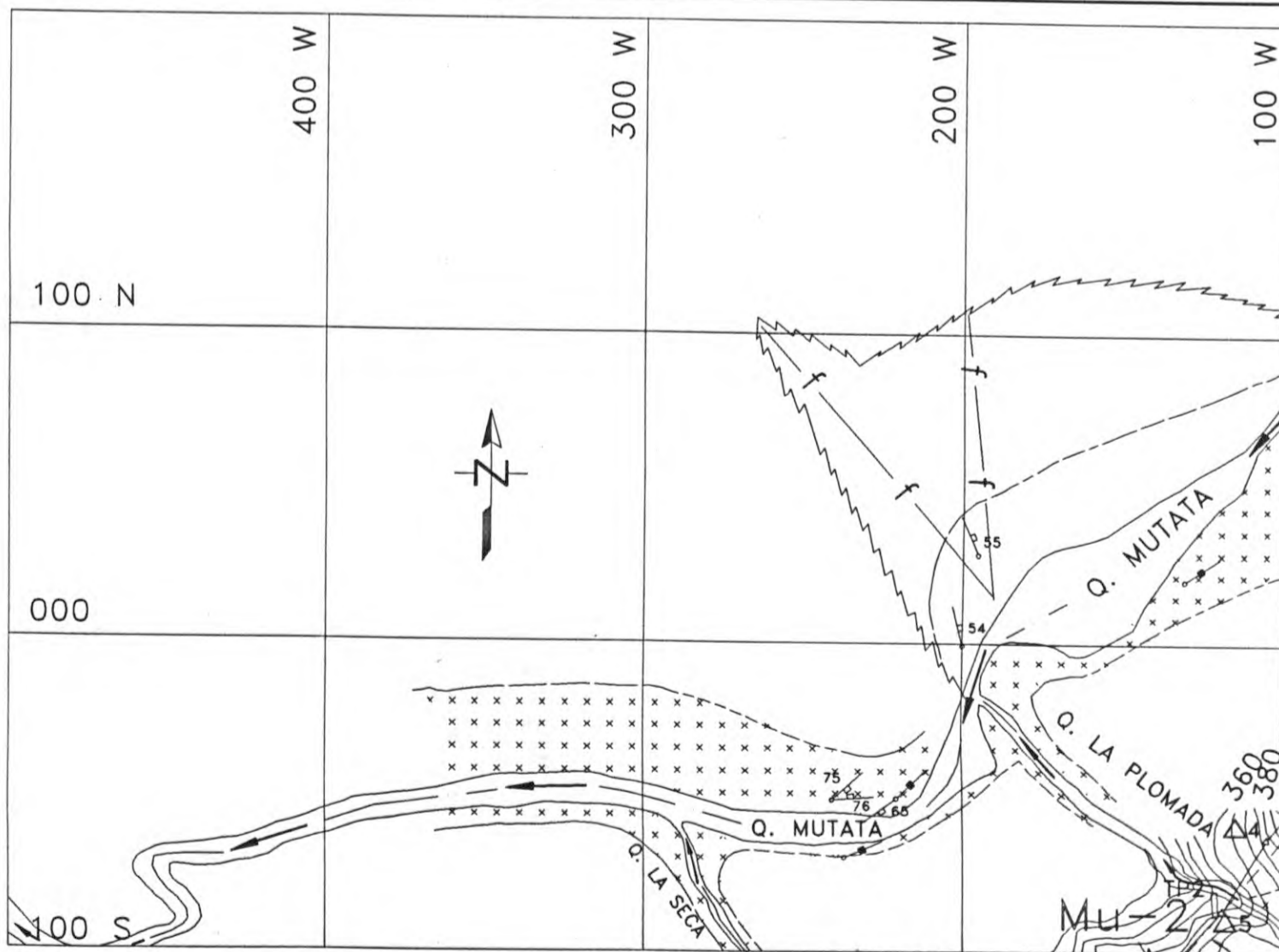




NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON  
 BASE EN AL PLANO DE C & M LTDA  
 No. 88-2-305 DE Agosto / 1980


FILE: C:\ACAD\BAMA\G-002.DWG

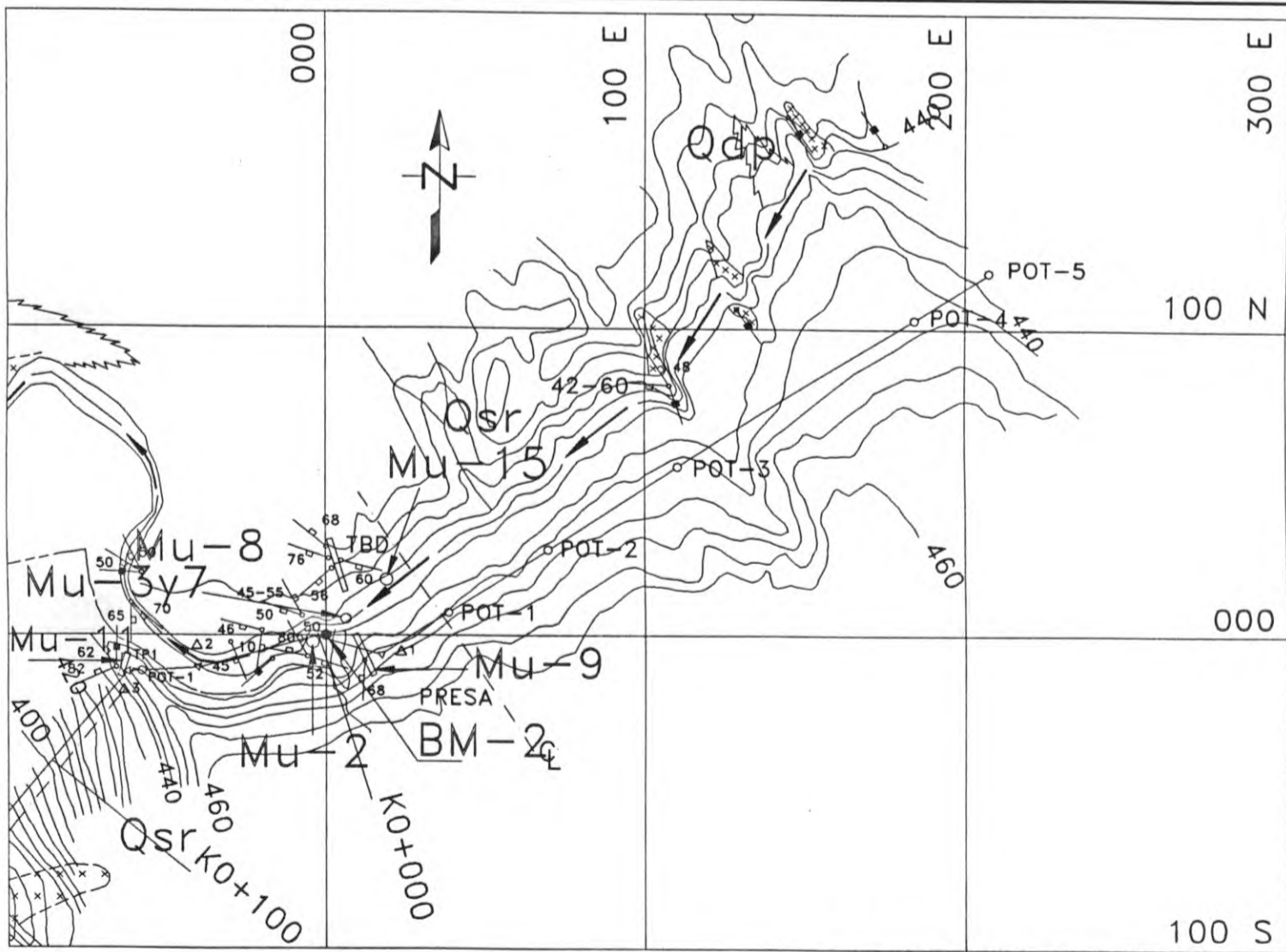
 <b>STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores</b>										<b>MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA</b> <b>ELECTRIFICADORA DEL CHOCO</b>		<b>PCH BAHIA SOLANO</b> <b>GEOLOGIA GENERAL</b> <b>PLANO No. 2</b>		Escala: 1:2000 Paquete No.: PCH-1192-001 Dibujo No.: PG-02 Rev. No.: 1	
Diseño: G. LEON G.	Revisó: G. LEON G.	Depto: Geol.	Revisó: M. HELO N.	Depto: Geol.	Presentó: R. STRIEDINGER	Feb/93	EMITIDO PARA LICITACION	1							
Dibujó: M. ESPINEL S.	L. ESPINOSA B.	Hidro.	Arg.	Aprobo:	Fecha:		REVISIONES	No.							



NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON  
 BASE EN AL PLANO DE C & M LTDA  
 No. 88-2-305 DE Agosto / 1980

FILE: C:\ACAD\BAHIA\C-003.DWG

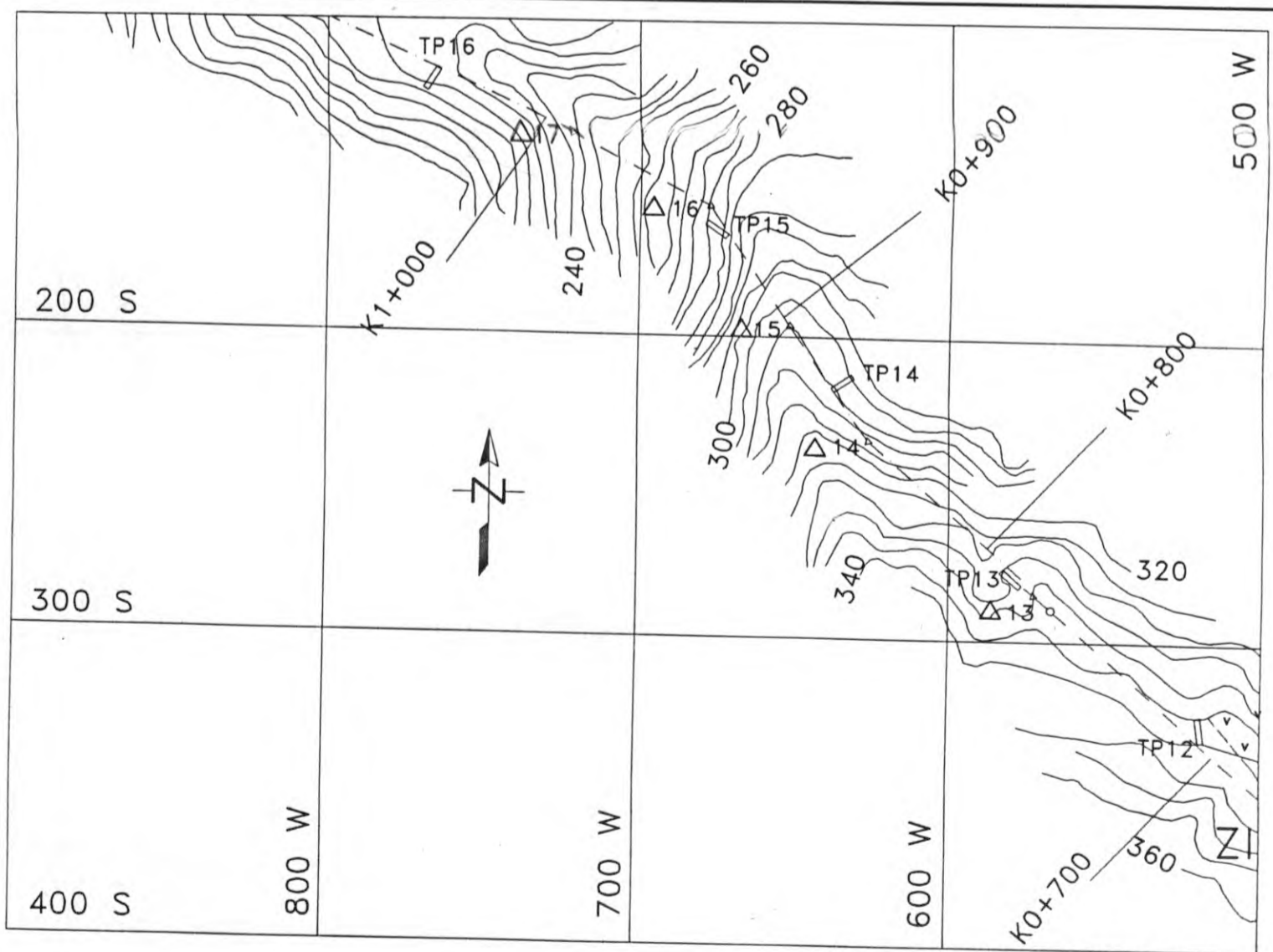
 <b>STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores</b>				<b>MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA</b> <b>ELECTRIFICADORA DEL CHOCO</b>		<b>PCH BAHIA SOLANO</b> <b>GEOLOGIA GENERAL</b> <b>PLANO No. 3</b>		Escala: 1:2000	
Diseñó: G. LEON G. Dibujo: M. ESPINEL S.	Revisó: G. LEON G. L. ESPINOSA D.	Depto: Geol. Hidr.	Revisó: M. MELD N.	Depto: Suelo. Arg.	Presentó: R. STRIEDINGER Aprobó:	Fecha: Feb/93	EMITIDO PARA LICITACION REVISIONES	No. 1 0	Paquete No.: PCM-1192-001 Dibujo No.: PG-03 Rev. No. 1



NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON  
BASE EN AL PLANO DE C & M LTDA  
No. 88-2-305 DE Agosto / 1980


FILE: C:\MADO\BAHIA\G-004.DWG

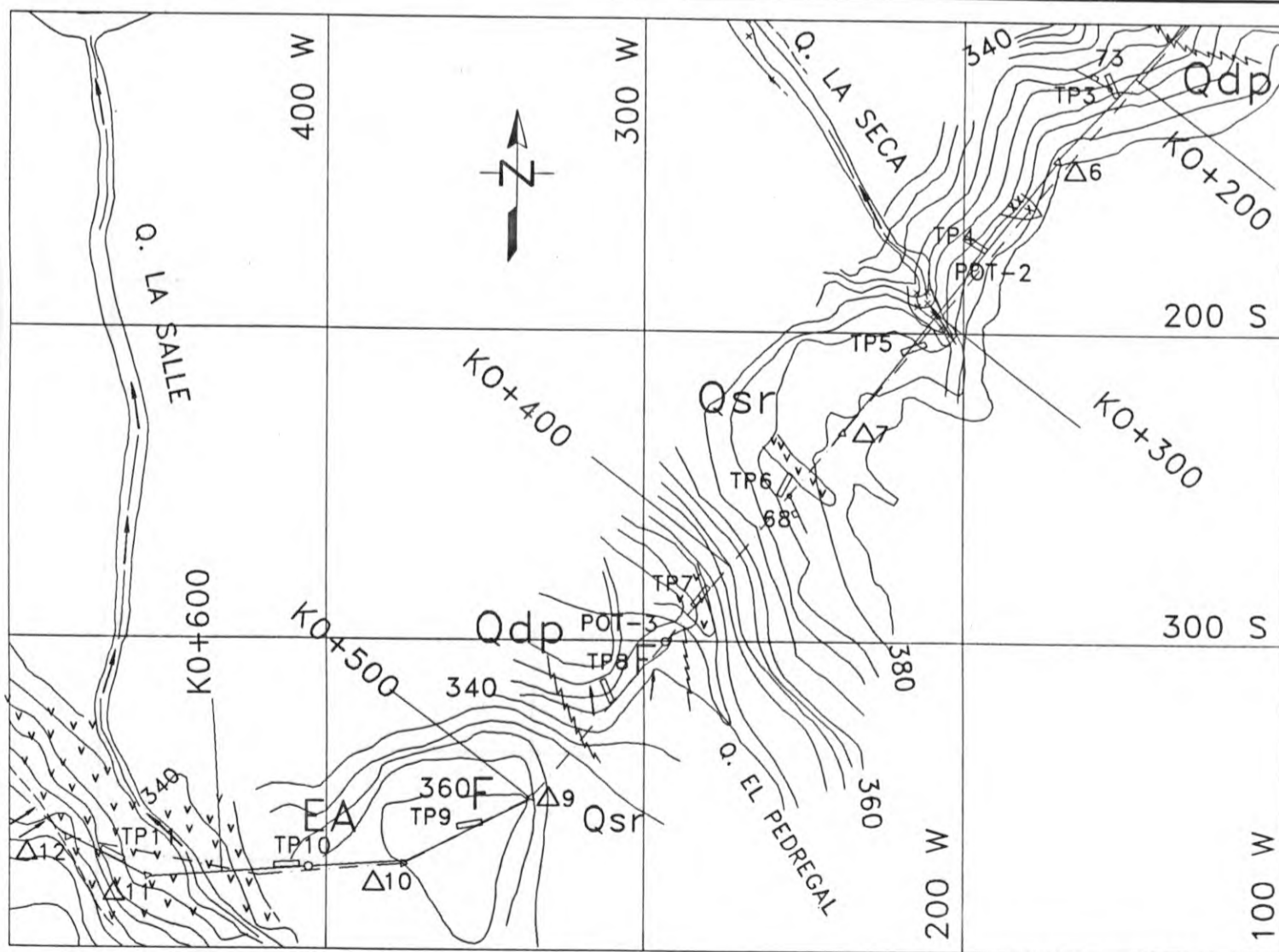
STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores				MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA		PCH BAHIA SOLANO		Escala: 1:2000	
				ELECTRIFICADORA DEL CHOCO		GEOLOGIA GENERAL		Paquete No.: PCH-1197-00	
						PLANO No. 4		Dibujo No.: PC-04 Rev. No. 1	
Diseño: G. LEON G.	Revisó: G. LEON G.	Dpto: Geol.	Revisó: M. MELO N.	Depto: Hidr.	Presentó: R. STREIDINGER	Feb/93	EMITIDO PARA LICITACION		
Dibujó: M. ESPINEL S.	L. ESPINOSA U.				Aprobo:	Fecha:	REVISIONES		
							1		
							0		
							No.		



NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON  
BASE EN AL PLANO DE C & M LTDA  
No. 88-2-305 DE Agosto / 1980

FILE: C:\ACAD\BAHIA\G-006.DWG

 <b>STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores</b>											
Diseño: G. LEON G.	Revisó: G. LEON G.	Depto: Geol.	Presentó: R. STRENGER	Fecha: Feb/93	EMITIDO PARA LICITACION					Escala: 1:2000	
Dibujó: M. ESPINEL S.	Revisó: L. ESPINOSA D.	Depto: Hidr.	Aprobó:	Fecha:	REVISIONES					Paquete No.: PCH-1192-001	
						<b>MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA</b> <b>ELECTRIFICADORA DEL CHOCO</b>		<b>PCH BAHIA SOLANO</b> <b>GEOLOGIA GENERAL</b> <b>PLANO No. 5</b>		Dibujo No.: PG-05 Rev. No.	



NOTA: ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON  
BASE EN AL PLANO DE C & M LTDA  
No. 88-2-305 DE Agosto / 1980

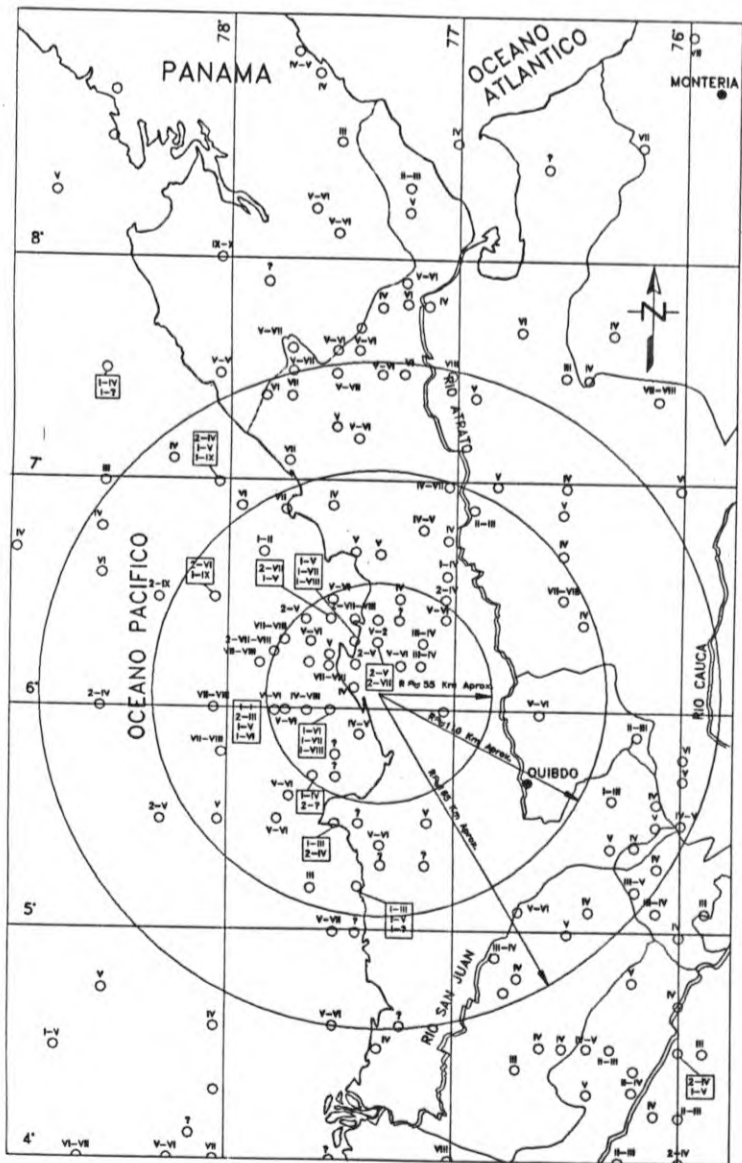
FILE: C:\ACAD\BAHIA\G-007.DWG

STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores				MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA		PCH-BAHIA SOLANO		Escala: 1:2000	
Diseño: G. LEON G.	Revisó: G. LEON G.	Depto: Geol.	Revisó: M. MELO N.	Depto: Suel. Arg.	Presentó: R. STREIBINGER	Fecha: Feb/93	EMITIDO PARA LICITACION	No. 0	Paquete No.: PCH-1197-001
Dibujó: M. ESPINEL S.	L. ESPINOSA O.	Hidr.			Aprobó:		REVISIONES	No.	Dibujo No.: PG-06 Rev. No. 1
						ELECTRIFICADORA DEL CHOCO		PLANO No. 6	

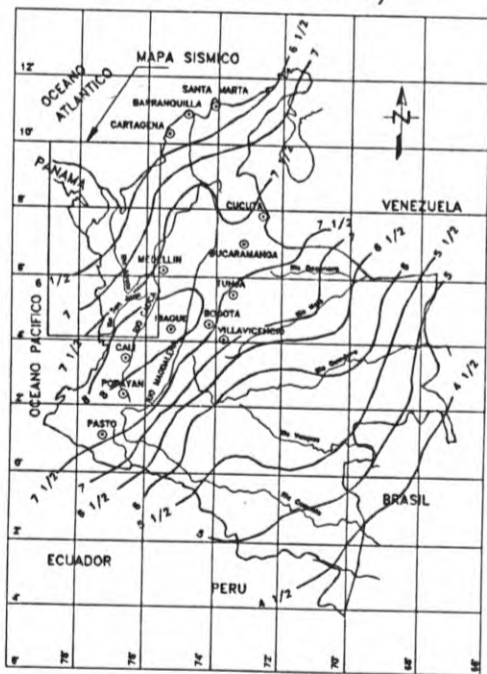
Electrificadora del Chocó	AJUSTE DE DISEÑOS PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO CHOCO				STRYCON LTDA
	DISTRIBUCION DE SISMOS EN LOS CIRCULOS DE INFLUENCIA EN EL PROYECTO				Marzo 1993 CUADRO No. 1
INTENSIDADES (En escala modifi cada de Mercalli)	PRIMER CIRCULO (R=1/2° 55km)	SEGUNDO CIRCULO (R=1° 110 km)	TERCER CIRCULO (R=1 1/2° 165 km)	TOTAL PARCIAL	DISTRIBUCION DE SISMOS A PARTIR DE II
III	3	5	3	11	122
III - IV	2	-	1	3	
IV	3	8	16	27	
IV - V	1	1	1	3	
V	11	6	12	29	
V - VI	6	4	4	14	
VI	2	2	5	9	
VI - VII	-	1	3	4	
VII	6	1	2	9	
VII - VIII	8	4	1	13	
VIII	2	-	1	3	
VIII - IX	-	-	-	-	
IX	-	1	3	4	
IX - X	-	-	-	-	
X	-	-	-	-	
X - XI	-	-	-	-	
XI	-	-	-	-	
XI - XII	-	-	-	-	
XII	-	-	-	-	
<b>TOTALES</b>	<b>44</b>	<b>33</b>	<b>52</b>	<b>129</b>	

NOTA:

Este cuadro está referido al Dibujo SIS-1.



**MAPA DE RIESGO SISMICO**  
(Ramírez J. E. 1.977)



**CONVENCIONES**

- CAPITALES
- 4 1/2 — INDICE PROMEDIO DE RIESGO SISMICO.

NOTA: EL INDICE PROMEDIO DE RIESGO SIGNIFICA QUE EN LA ZONA PUEDE OCURRIR UN SISMO DE INTENSIDAD MERCALLI MAYOR O IGUAL A LA INDICADA.

**OTROS SIMBOLOS**

- LIMITE INTERNACIONAL
- LIMITE DEPARTAMENTAL
- ~~~~~ CURSO DE RIOS
- CAPITALES DE DEPARTAMENTOS.

**SISMOS:** INTENSIDAD EN LA ESCALA MODIFICADA DE MERCALLI, EN NUMEROS ROMANOS DE I A XII.

- VI EPICENTRO REGISTRADO UNA VEZ PARA UNA MISMA INTENSIDAD.
- n-VI EPICENTRO REGISTRADO n VECES PARA UNA MISMA INTENSIDAD.
- n-III  
n-IV  
n-V EPICENTRO REGISTRADO n VECES PARA DIFERENTES INTENSIDADES.

**NOTA:** ESTE MAPA HA SIDO ELABORADO CON BASE EN "REGISTRO SISMOGRAFICO DE COLOMBIA, 1950-1959" (INEDITO) UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, FACULTAD DE INGENIERIA, DPTO. CIVIL, SANTA FE DE BOGOTA D.C.; COMPLETADO CON DATOS DE LA MISMA UNIVERSIDAD. (REGISTROS SISMICOS EN EL TERRITORIO COLOMBIANO) Y ACTUALIZADO HASTA JULIO DE 1974 CON DATOS DE LA COMPANIA WESTON GEOPHYSICAL RESEARCH, INC. WESTBORO, USA.

**NOTA:** ESTE DIBUJO FUE ELABORADO CON BASE EN EL PLANO DE C & S LTDA No. 88-2-307 DE Agosto / 1980

**STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores**

Diseño: G. LEON G. Revisó: Depto. Geof. M. MELO.R. Presentó: R. STRIEDINGER  
Dibujo: M. ESPINEL S. O. BERNAL G. Hidr. Arq.

Feb/93 EMITIDO PARA LICITACION 0  
Fecha: REVISIONES No.

**MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA**  
**ELECTRIFICADORA DEL CHOCO**

**PCH BAHIA SOLANO**  
**MAPA SISMICO DE LA ZONA**  
**MAPA DE RIESGO SISMICO**

Escala:  
Paquete No.: PCH-1192-00  
Dibujo No.: SIS-1 Rev. No. 6

FILE: C:\AUCO\BIBLI\AUCO57.WG

**ANEXO No. 2**

**REGISTRO DE TRINCHERAS**



**PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH**  
**MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO**

**ANEXO No. 2**

**REGISTRO DE TRINCHERAS**

*CONTENIDO*

1.0 TRINCHERA BOCATOMA

2.0 TRINCHERAS TUBERIA DE PRESION

3.0 TRINCHERAS CASA DE MAQUINAS

FIGURAS:

FIGURA No. 1 a 25: Registro de Trincheras

**PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH  
MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO**

**ANEXO No. 2**

**REGISTRO DE TRINCHERAS**

Debido a la poca compactación y consistencia de los niveles superiores del suelo residual, presentes en casi la totalidad de las trincheras ejecutadas, y a la pésima conservación de las estructuras y texturas de la roca madre, las trincheras se representan de manera condensada, registrando sus características en una sola pared, a escala aproximada 1:100.

**1.0 TRINCHERAS BOCATOMA**

**Estribo Izquierdo (Figura No. 1)**

Localizada a 1.50 m al W del Delta 1 Azimut 153°. Pendiente natural: 44° aproximadamente.

Descripción: delgada capa (0.05 m) de suelo vegetal orgánico (humus), suelo residual pardo amarillento, con abundantes restos vegetales, deleznable, pegajoso y húmedo. Su espesor es poco considerable debido a la pendiente y en la margen escarpada de la quebrada desaparece.

Roca basáltica muy alterada y oxidada de color pardo - rojizo medio, friable, presenta algunas bolas de alteración dispersas, mejor conservadas que el resto de la roca, con costra ferruginosa de diámetro entre 10 y 40 cms.

En la parte superior de la trinchera se presentó una bola de alteración ovoidal con diámetro de 1.10 m. En el fondo de la trinchera la oxidación es algo menor y la roca alterada tiene un color más claro y menos rojizo.

Se presenta agua de escurrimiento con un caudal de unos 50 litros por minuto, proveniente de una cañada situada pocos metros al W y casi paralela a la trinchera. Esta infiltración ha oxidado la roca y demuestra el carácter permeable de la roca alterada. Fue tomada una muestra, con todas las precauciones necesarias, para ensayos de permeabilidad en laboratorio, a 9.00 m al SSE del comienzo de la trinchera y 1.70 m de su piso. Curiosamente, el resultado del laboratorio muestra una permeabilidad relativa "Muy Baja".

Las características de cohesión, compactación y consolidación de esta roca alterada son muy pobres. Las diaclasas de dirección  $115^\circ$  e inclinación de  $64^\circ$  al NE en la pared W y de dirección  $165^\circ$  e inclinación de  $68^\circ$  al W en la pared E, se pueden observar por la patina de oxidación en sus planos algo más oscura que el resto de la roca.

Se tomó la muestra Mu-9 en el piso de la trinchera a los 9.60 m de avance de la excavación, y su análisis mineralógico en laboratorio dió el siguiente resultado:

Granulometría de la muestra analizada 0.16 - 0.20 mm.

Fracción pesada (densidad mayor que 1.82): 87%

Compuesta por: 64% Magnetita, 22% Epidota, 9% Hematita, 2% Hipersteno, 2% Augita y 1% Anfíbol.

Fracción liviana (densidad menor que 1.82): 13%

Compuesta por: 44% Fragmentos oxidados, 37% feldespato y 19% cuarzo.

Esta muestra antes de ser tamizada fue sometida a lavado, lo cual deforma parcialmente su composición mineralógica cuantitativa, puesto que quedan dominando los minerales menos solubles en agua, pero su composición refleja como roca madre, una roca volcánica básica del tipo basalto.

#### Estribo Derecho (Figura No. 2)

Esta trinchera enfrenta la anterior en la margen derecha de la quebrada Mutatá. Su pendiente es variable: en la margen de la quebrada es escarpada, luego tiene una pendiente de unos  $43^\circ$ , y en su parte alta se reduce a unos  $12^\circ$ .

Descripción: una delgada capa (0.2 m) de suelo vegetal orgánico (humus) cubre el suelo arcilloso, en especial en la parte de menor pendiente.

Suelo residual arcilloso pardo-amarillento con abundantes raíces, deleznable, pegajoso y húmedo, de mayor espesor que en la trinchera anterior, debido a la menor pendiente.

Roca basáltica muy alterada de color gris-verdoso claro, friable, presentando bolas de alteración ovoidales menos alteradas que el resto de la roca, de diámetro entre 5 y 20 cmts, y en número que aumenta al profundizar la excavación. Se observaron en la pared W de la trinchera la diaclasa de dirección  $213^\circ$  e inclinada  $56^\circ$  al SE, y en la pared E las diaclasas  $113^\circ/60^\circ$  SW,  $124^\circ/76^\circ$  SW y  $325^\circ/68^\circ$  NE por sus planos señalados por patina de oxidación, y en algunos casos por presentar superficies de deslizamiento preferencial. En el fondo de la trinchera la excavación se dificulta, pero no se alcanzó el nivel inferior del suelo residual. Se hicieron varios ensayos de perforación, tanto horizontal como verticalmente, con un barrenos manual, pero debido a la abundancia de bolas de alteración de mayor dureza, no se logró avance significativo.

Para tratar de lograr el nivel de roca sana, se excavó un apique con barretón en el piso de la trinchera, a 3.80 m hacia el NNW del comienzo de la misma, sin obtener el fin deseado. Este apique permitió comprobar la permeabilidad de la roca, puesto que se obtuvieron los siguientes resultados: Con el nivel de agua de la quebrada Mutatá más alto que el piso de la trinchera, causado por represamiento de la quebrada con un vertedero, la infiltración proveniente de la misma es del orden de unos 8 litros por minuto, este dato se obtuvo como promedio de varias mediciones.

Al desaparecer el vertedero por efectos de crecidas de la quebrada, y con un nivel de agua por debajo del piso de la trinchera, después de haber ampliado el apique a 0.80 x 0.80 m y profundidad de 0.96 m, como resultado promedio de repetidas mediciones, se obtuvieron 1.76 litros por minuto de infiltración de agua proveniente de la parte alta de la trinchera con dirección N-S.

Una muestra tomada, con las precauciones necesarias, para efectuarle ensayos de permeabilidad en laboratorio, dió como resultado aleatorio una permeabilidad relativa "Muy Baja".

Las características de cohesión, consolidación y compactación de esta roca alterada, correspondiente al nivel intermedio del suelo residual, son muy pobres.

## 2.0 TRINCHERAS TUBERIA DE PRESION

Se excavaron trincheras a lo largo de la línea de conducción, procurando no crear zonas de inestabilidad guiándose por el relieve topográfico. En los casos en que se motivaron derrumbes potenciales, se procedió a rellenar las excavaciones para amortiguarlos, y para evitarlos la mayoría de las trincheras no se profundizaron. En la zona de inestabilidad tectónica, entre las abscisas K0+150 y K0+940, se ejecutaron trincheras con un espaciamiento máximo de unos 50 m, en los sitios más vulnerables y que parecían dar los mejores resultados sobre las características de las rocas alteradas.

### TP - 1 (Figura No. 3)

Descripción: En la parte inferior de la trinchera, con menor pendiente natural una capa de unos 0.40 m. de suelo vegetal orgánico cubre la ladera. En la parte superior escarpada una vegetación inferior (enredaderas y herbáceas) cubre la roca fracturada. Debajo de la capa de humus, se formó un suelo residual arcilloso pardo-amarillento, deleznable, con abundante contenido vegetal, su espesor aumenta hacia la parte inferior de la ladera.

La roca en superficie esta muy meteorizada, es de color pardo-verdoso, se presenta en la parte exterior muy fracturada (fragmentos de 10 a 40 cms) de manera confusa, con muy pobre cohesión, consolidación y compactación.

A la profundidad de 1m la fracturación disminuye (bloques angulares de 0.50 a 1 m), y se ordena geoméricamente siguiendo los alineamientos de las diaclasas  $318^{\circ}/62^{\circ}$  NE,  $358^{\circ}$  vertical y  $60^{\circ}/82^{\circ}$  NW. La alteración en la superficie de la roca continúa por lixiviación a través de las fracturas. Sus características de compactación mejoran, pero su consolidación y cohesión son pobres.

La muestra Mu-11, tomada en el fondo del escalón superior de esta trinchera, fue analizada micropetrográficamente en el laboratorio, dando como resultado: Descripción Macroscópica: Roca volcánica, color verde, muy alterada en su superficie, tomando un color marrón. Los constituyentes son máficos esencialmente.

Texturas, estructuras: Vítreo - porfírica.

Constituyentes: matriz 37%, Piroxeno 33%, Ceolitas 24%, Sodalita 5% y Opacos 1%.

Descripción petrográfica: la matriz es palagonítica (rica en hierro), con cierta orientación de flujo encerrando cristales de piroxeno tipo augita, feldespato de tipo sodalita y agregados amigdaloides de ceolitas de hábito radial del tipo natrolita posiblemente. Los opacos son cristales enhedrales de pirita con bordes hematíticos. La ausencia de félsicos y la textura caracterizan un volcánico ultramáfico. Se presentan vesículas pequeñas.

Origen de la roca: Igneo volcánico.

Clasificación: Limburgita porfírica.

#### TP-2 (Figura No. 4)

Abscisa K0+157.20, Azimut  $15^{\circ}$ , Pendiente  $45^{\circ}$  aproximadamente.

Descripción: 0.20 m, Suelo residual, arcilloso pardo-rojizo, con alto contenido orgánico.

Derrumbe: Bloques de basalto alterados, rodados, de contorno generalmente angular, con volúmenes de hasta 1.00 m<sup>3</sup>; englobados en matriz de roca completamente alterada, friable, permeable y con pésimas características de cohesión, consolidación y compactación.

#### TP -3 (Figura No. 5)

Abscisa; K0+208, Azimut  $156^{\circ}$ , Pendiente natural:  $34^{\circ}$  aproximadamente.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo-rojizo, con alto contenido orgánico (raíces) y cantos angulares de basalto alterado. Roca basáltica alterada, de color gris pardo claro, con manchas pardo-rojizas oscuras de oxidación en superficies de diaclasa  $310^{\circ}/76^{\circ}$  NE. La roca alterada es friable, permeable y presenta pobres características de cohesión y consolidación.

**TP -4 (Figura No. 6)**

Abscisa K0+270, Azimut 138°, Pendiente natural: 45° aproximadamente.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo-rojizo con contenido orgánico (raíces). Roca basáltica muy alterada, de color gris pardo claro, con manchas pardo-rojizas oscuras de oxidación al SE. Roca muy alterada, friable, permeable y presenta pobres características de compactación, cohesión y consolidación.

**TP-5 (Figura No. 7)**

Abscisa K0+311.70, Azimut: 50°.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo rojizo, con alto contenido orgánico (raíces), deleznable, sin cantos basálticos.

La roca basáltica muy alterada, de color gris pardo claro, friable, permeable y con pobres características de compactación, cohesión y consolidación.

**TP-6 (Figura No. 8)**

Abscisa: K0+369.40, Azimut 12°.

Descripción: Suelo residual arcilloso pardo-rojizo, con alto contenido orgánico (raíces), deleznable.

Roca basáltica alterada de color gris-pardo, con manchas pardo-rojizas oscuras de oxidación, con restos de raíces en su parte S. La roca alterada está suelta, es permeable y presenta pobres características de compactación, cohesión y consolidación.

**TP-7 (Figura No. 9)**

Abscisas: K0+410 a K0+418, Azimut 40°. Pendiente natural: 33°.

Descripción: delgada capa de suelo residual arcilloso pardo rojizo, con raíces y zonas dispersas de roca alterada y suelta (Rigolito).

Debajo de este suelo tenemos roca basáltica alterada y oxidada, de color pardo con numerosas venillas de cuarzo con azimut 120° e inclinación 70° al NE, esta zona con un espesor de 1.50 mts en la parte N de la trinchera, presenta en la parte baja una capa de arcilla, gris clara impermeable, sobre la cual corre agua de infiltración con caudal aproximado de 10 lts/min.

Debajo de la delgada capa de arcilla la roca se presenta alterada, y friable de color gris claro, con pésimas características de cohesión, consolidación y compactación.

**TP-8 (Superior) (Figura No. 10)**

Abscisa: K0+460, Azimut 143°, Pendiente natural 54°.

Esta trinchera se dividió por su inestabilidad, en una superior, continuada por otra inferior. El derrumbe en el cual se sitúa esta trinchera, está compuesto de bloques rodados y alterados de roca basáltica de contorno angular, englobados en una masa de roca completamente alterada y suelta, sin suelos vegetales de cobertura.

Por debajo tenemos una roca basáltica gris medio, con numerosas venillas de cuarzo, bastante fracturada en forma dispersa y presentando aberturas que demuestran remoción tectónica causada por una falla. No se puede conceptuar con seguridad si se encuentra "in situ" por hallarse tan removida.

**TP-8 (Inferior) (Figura No. 11)**

Azimut: 150°, Pendiente natural 41°.

Derrumbe constituido por bloques rodados, angulares de basalto alterado, englobados en matriz de rigolito permeable y casi nulas características de cohesión, compactación y consolidación. La roca subyacente también está fracturada dispersamente, y removida por la acción de una falla.

**TP-9 (Figura No. 12)**

Abscisas: K0+520 a K0+526, Azimut 73°.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo-rojizo con abundantes raíces. Roca basáltica muy alterada y friable, de color exterior pardo amarillento, con muy pobres características de cohesión, compactación y consolidación. En el fondo de esta trinchera, se encuentra la roca menos alterada, de color gris medio y abundante venillas dispersas de cuarzo lechoso. Esta roca se halla fracturada y removida por causas tectónicas, y representa el nivel inferior de los suelos residuales.

**TP-10 (Figura No. 13)**

Abscisas: K0+576,73 a K0+586,40. Azimut 85° Pendiente natural: 48°.

Descripción: Suelo residual arcilloso pardo amarillento con abundantes raíces. Roca basáltica gris clara alterada, con casi nulas características de cohesión, compactación y consolidación.

**TP-11 (Figura No. 14)**

Abscisas: K0+636,64 a K0+645, Azimut 120°, Pendiente natural: 28°. Delgada capa (0.10 mts) de suelo vegetal orgánico (humus). Roca completamente alterada y suelta (Rigolito) Roca basáltica gris clara, alterada, con pobres características de cohesión, compactación y consolidación.

**TP-12 (Figura No. 15)**

Abscisa: K0+704. Azimut 163°. Pendiente natural 31°.  
Descripción: suelo vegetal orgánico (humus) con espesor de 0.30 mts. Suelo residual arcilloso pardo amarillento, con abundantes raíces. Roca completamente alterada y suelta (Rigolito) con raíces. Roca basáltica alterada, con patina de oxidación parda, venillas de cuarzo dispersas y pobres características de cohesión, consolidación y compactación.

**TP-13 (Figura No. 16)**

Abscisas: K0+780 a K0+792,50, Azimut 130°. Pendiente natural 33°.  
Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con abundantes raíces. Roca basáltica gris clara, alterada, con bolas de alteración, que presenta muy pobres características de cohesión, consolidación y compactación.

**TP-14 (Figura No. 17)**

Abscisa K0+870, Azimut 53°, Pendiente natural 34°.  
Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con abundantes raíces. Roca basáltica gris clara, con patina de oxidación parda, alterada, con muy pobres características de cohesión, consolidación y compactación.

**TP-16 (Figura No. 18)**

Abscisa: K1+035, Azimut 30°. Pendiente natural 39°.  
Descripción; suelo residual arcilloso pardo amarillento, con abundantes raíces. Roca basáltica gris, con venillas de cuarzo lechoso dispersas, muy alterada, con pobres características de cohesión, consolidación y compactación.

**TP-17 (Figura No. 19)**

Abscisa K1+163, Azimut 30°. Pendiente natural 32°.  
Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con abundantes raíces. Roca basáltica gris clara, con patina de oxidación parda, alterada, con pobres características de cohesión, consolidación y compactación.



**TP-18 (Figura No. 20)**

Abscisas K1+268 a K1+273, Azimut 108°. Pendiente natural 49°.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con abundantes raíces.

Roca basáltica gris clara casi completamente alterada, con pésimas características de cohesión, consolidación y compactación.

**TP-19 (Figura No. 21)**

Abscisa: K1+350, Azimut 142°. Pendiente natural 32°.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con muy abundantes raíces.

Roca basáltica gris clara, casi completamente alterada, con pésimas características de cohesión, consolidación y compactación.

**TP-20 (Figura No. 22)**

Abscisa: K1+450, Azimut 32°. Pendiente natural 32°.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con abundantes raíces.

Roca basáltica gris pardo amarillento, con patina de oxidación parda, en la parte baja de la trinchera se observó la diaclasa de azimut 40° e inclinación 80° al NW. La roca está alterada con pobres características de cohesión, consolidación y compactación.

**TP-21 (Figura No. 23)**

Abscisa: K1+550, Azimut 110°. Pendiente natural 55°.

Descripción: suelo residual arcilloso pardo amarillento, con raíces.

Roca basáltica gris clara, con patina de oxidación parda, alterada, con pobres características de cohesión, consolidación y compactación.

La muestra Mu-13 tomada al fondo de esta trinchera, fue analizada micropetrográficamente en laboratorio, dando el siguiente resultado:

Descripción macroscópica: Roca de aspecto volcánico, color verde claro a carmelito por el alto grado de alteración en que se encuentra. La matriz es afanítica. alta porosidad, texturas estructuras: Vítreo - amigdaloides.

Constituyentes: Matriz 77%, Ceolitas 16%, Piroxeno 7%.

Descripción petrográfica: La matriz se presenta totalmente alterada a hidróxidos amorfos y gibsita, por su posible composición vítreo - básica original, producto de cenizas y polvo volcánico. Se observa claramente una orientación en láminas producto de flujo piroclástico. Las ceolitas presentes se encuentran en cuerpos amigdaloides.

El piroxeno es de tipo augita pero en tamaños muy finos.

Origen de la roca: Explosivo.

Clasificación: Toba de cenizas composición basáltica.

### 3.0 TRINCHERAS CASA DE MAQUINAS

#### CM-1 (Figura No. 24)

Azimut: 17°. Pendiente natural 59°.

Descripción: En la parte superior de la trinchera, tenemos una cobertura de unos 0.20 m. de suelo vegetal orgánico (humus), sobre el aluvión antiguo del río Boroboro; constituido este por bloques, cantos y gravas de roca basáltica, englobados en una matriz limo - arcillosa parda oscura permeable.

En el piso de la trinchera se encuentra un relleno de aluvión reciente, depositado por la quebrada Mutatá, y constituido por bloques y cantos de roca basáltica.

Debajo de los aluviones tenemos la roca basáltica muy alterada y friable, con patina de oxidación pardo rojiza. La roca subyacente se encuentra casi sana, con color gris medio y patina de oxidación pardo rojiza, con venillas de cuarzo lechoso dispersas y se presenta bastante fracturada por las diaclasas: 25°/30° SE con estrías de deslizamiento, 8°/80° E, 172°/30° W, 132°/74° W y 140°/68° NE a vertical.

Esta roca presenta buenas características de compactación, pero por su fracturación debida a causas tectónicas, sus características de cohesión y consolidación no son confiables. Respresenta el nivel inferior de los suelos residuales.

#### CM-2 (Figura No. 25)

Azimut: 35°. Pendiente natural 25°.

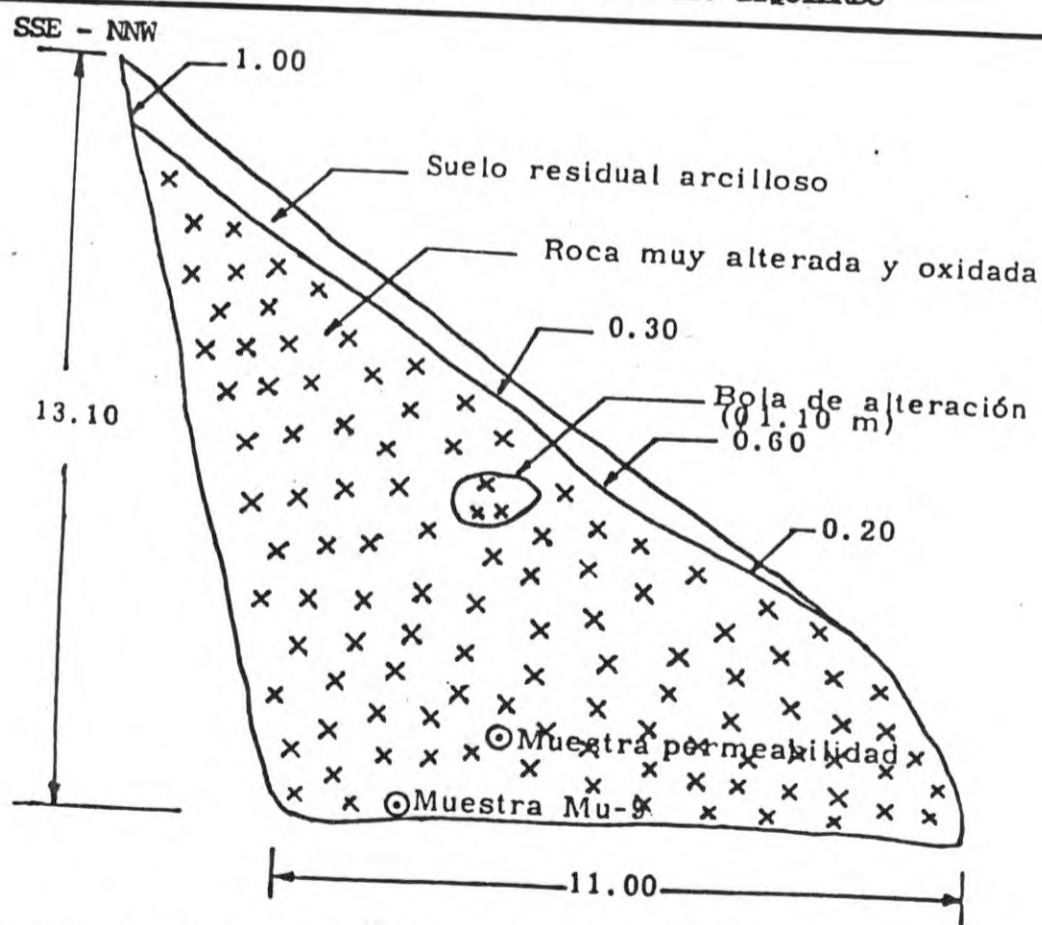
Descripción: delgada capa (10 a 20 cms) de suelo vegetal orgánico (humus) cubre la casi totalidad de la trinchera.

Debajo del humus se encuentra en aluvión antiguo del río Boroboro, constituido por bloques, cantos y gravas con matriz limo-arcillosa. En la parte más baja de la trinchera se presenta el aluvión reciente de la quebrada Mutatá, formado por bloques y cantos de basalto sin matriz fina. La roca basáltica subyacente de color gris medio, con patina de oxidación pardo-rojiza y venillas de cuarzo lechoso dispersas, se encuentra casi sana, bastante fracturada por las diaclasas 35°/70° SE y 105°/vertical. Este basalto, como en la trinchera Cm-1, presenta buena compactación y debido a la fracturación su cohesión y consolidación son pobres.

Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TRINCHERAS BOCATOMA - ESTRIBO IZQUIERDO

FIGURA No. 1



Estribo Izquierdo .- Localizada a unos 1.50 m. al W del Delta 1

Electrificadora  
del Chocó

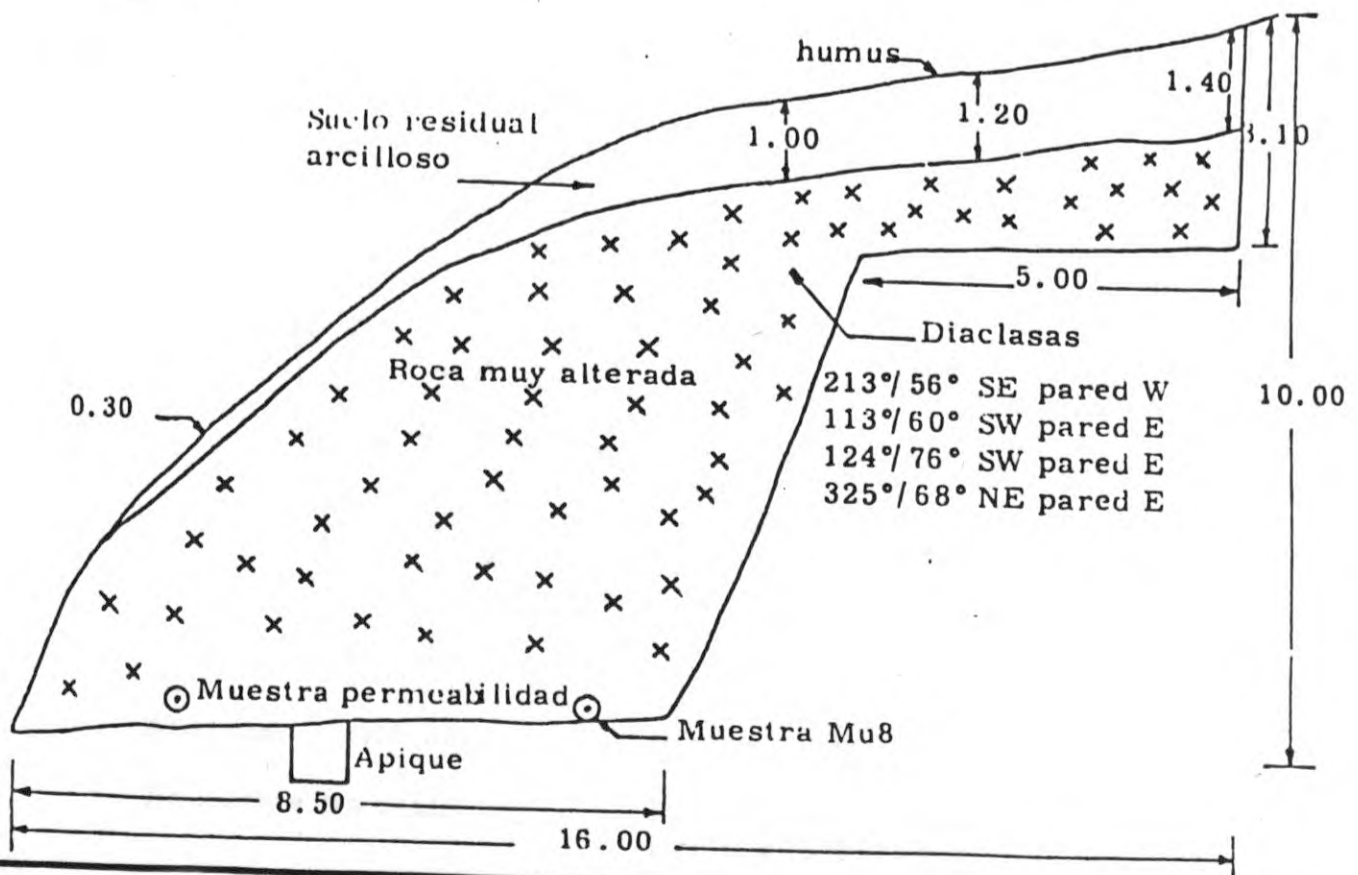
REGISTRO DE TRINCHERAS  
TRINCHERAS BOCATOMA - ESTRIBO DERECHO

FIGURA No. 2

Estribo Derecho:

Rumbo: 343°

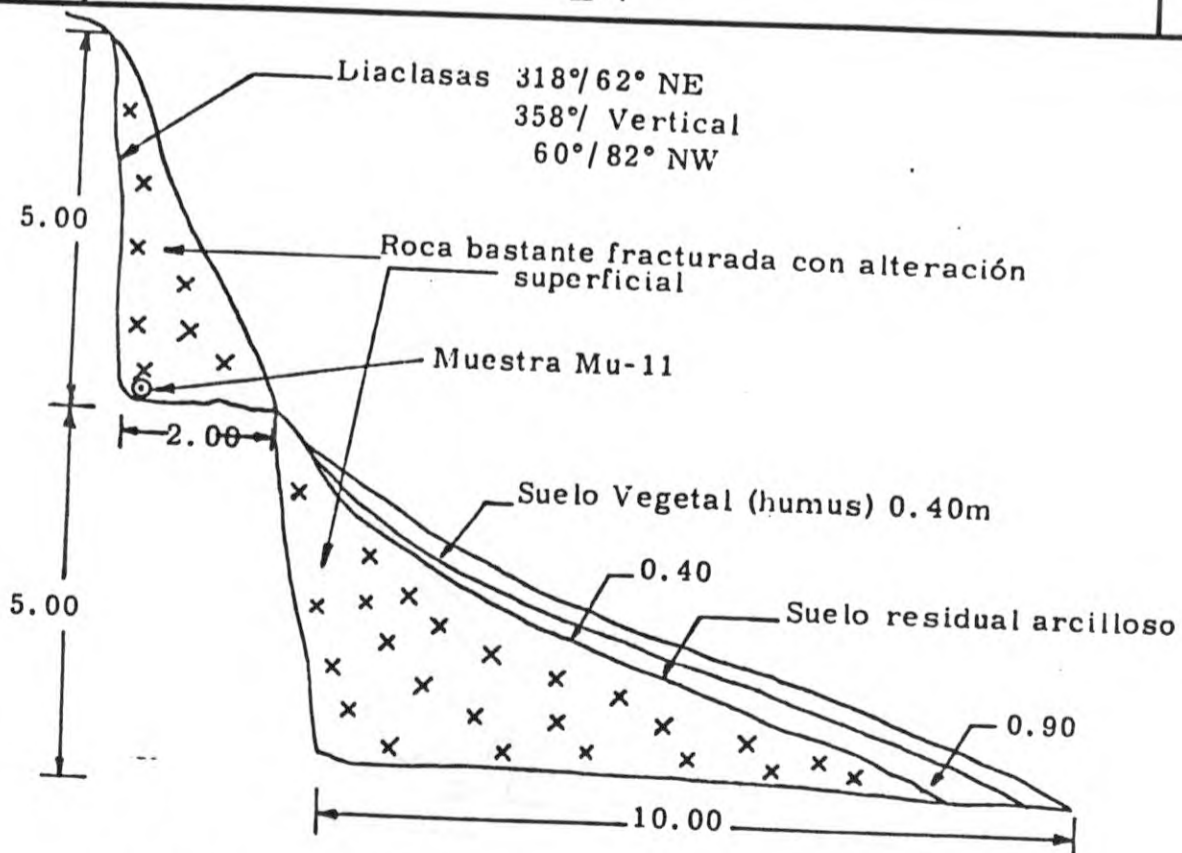
SSE - NNW



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-1

FIGURA No. 3



Abscisa: K0+63.4

Rumbo: 32°

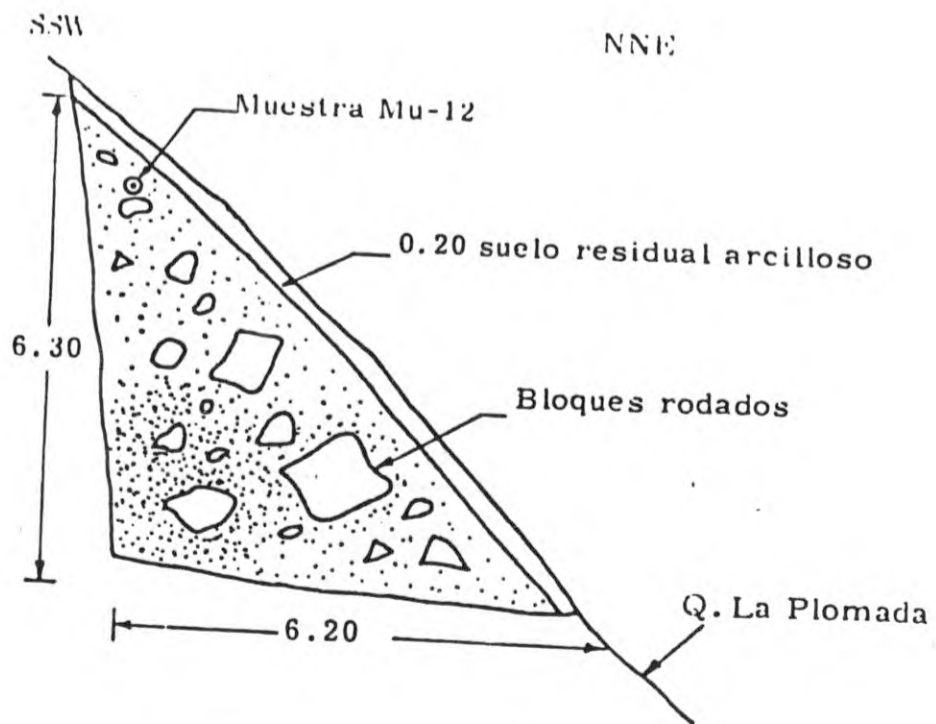
Pendiente Natural:

Parte baja 25° aprox.  
Parte alta 65° aprox.

Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-2

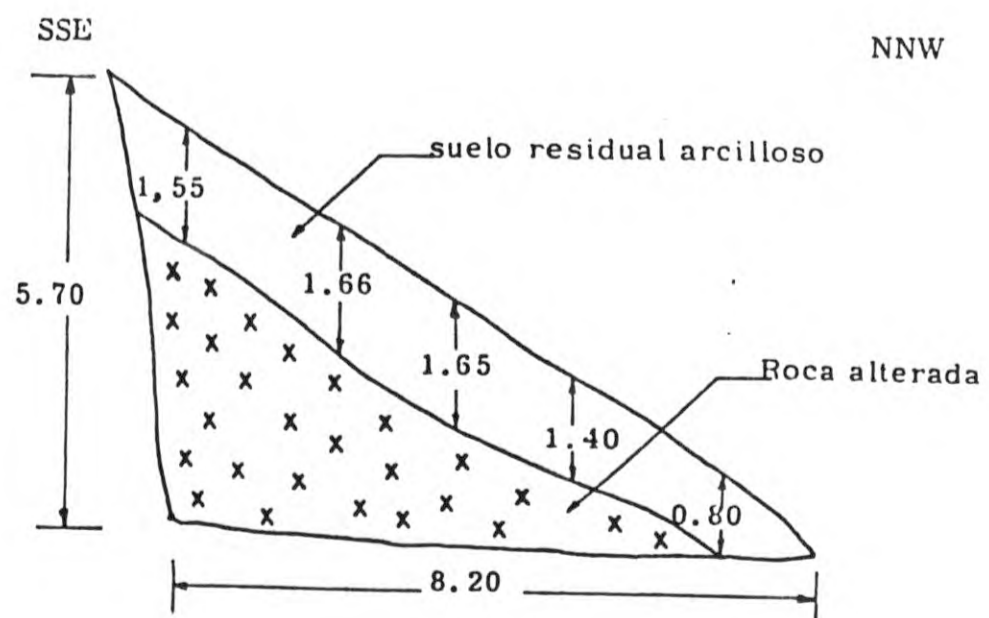
FIGURA No. 4



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-3

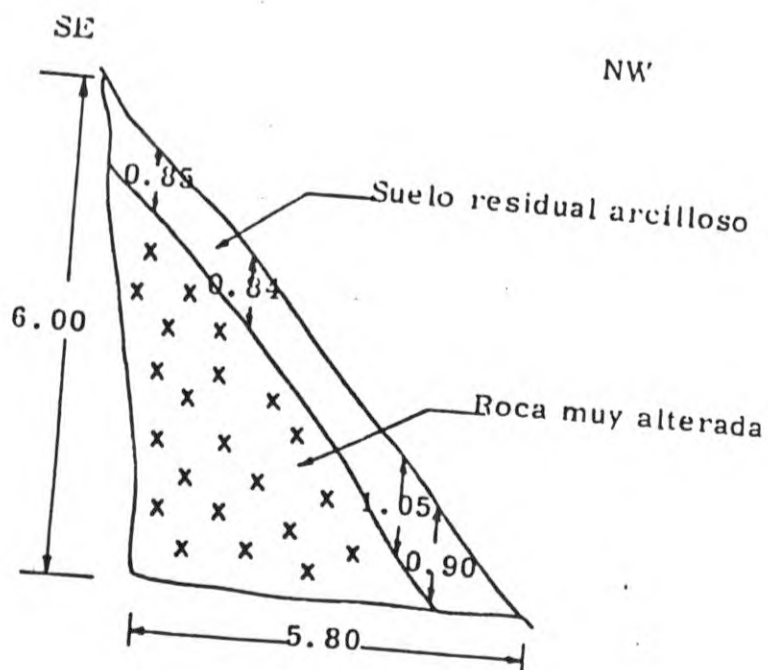
FIGURA No. 5



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-4

FIGURA No. 6

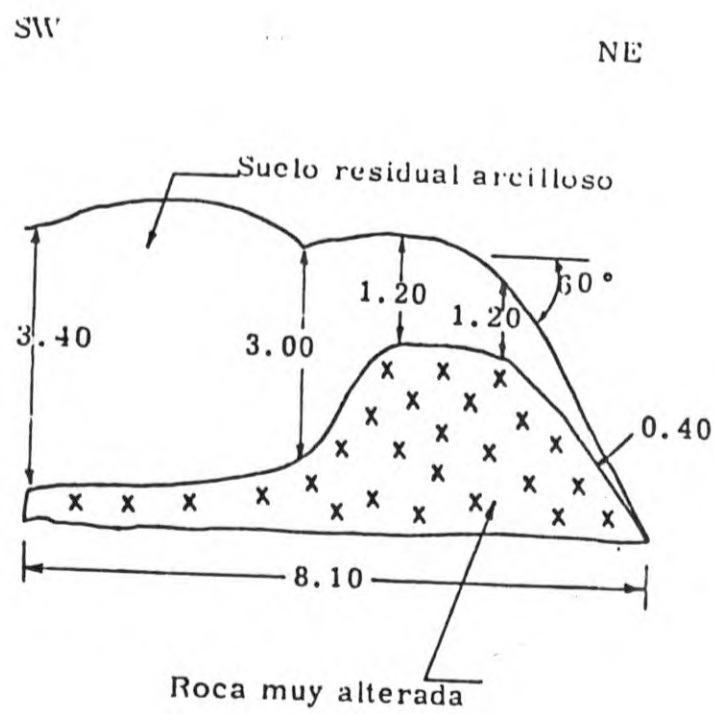




Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-5

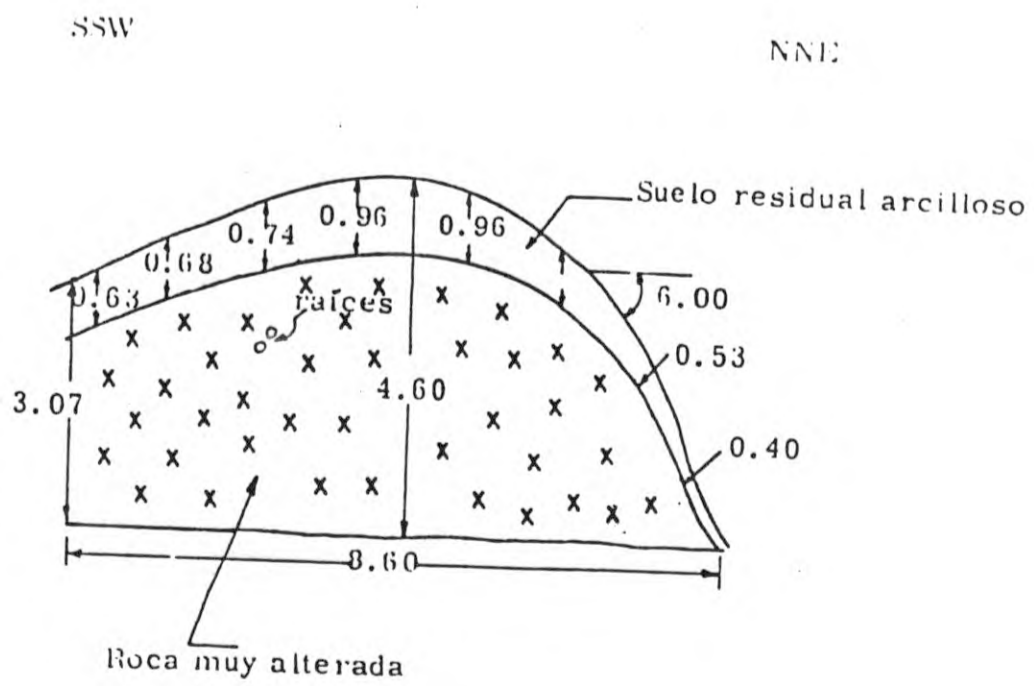
FIGURA No. 7



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-6

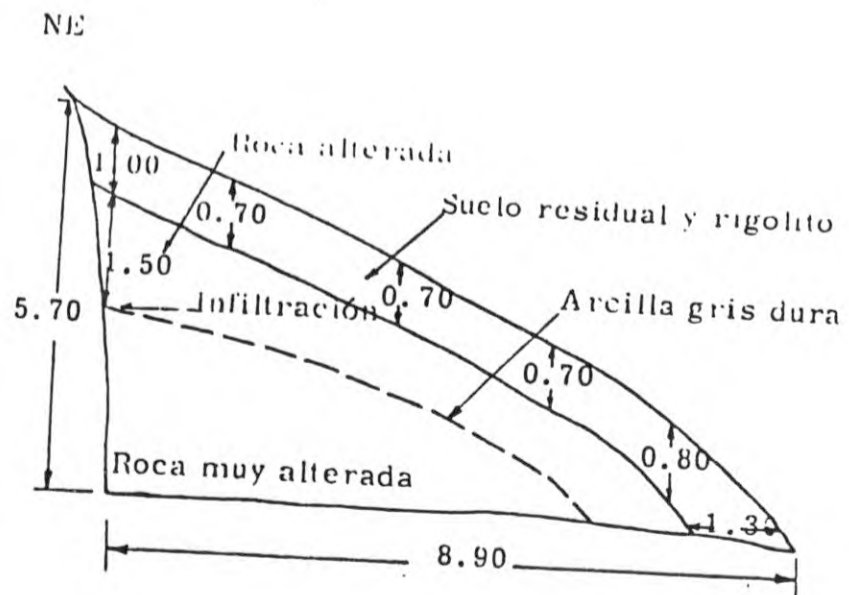
FIGURA No. 8



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-7

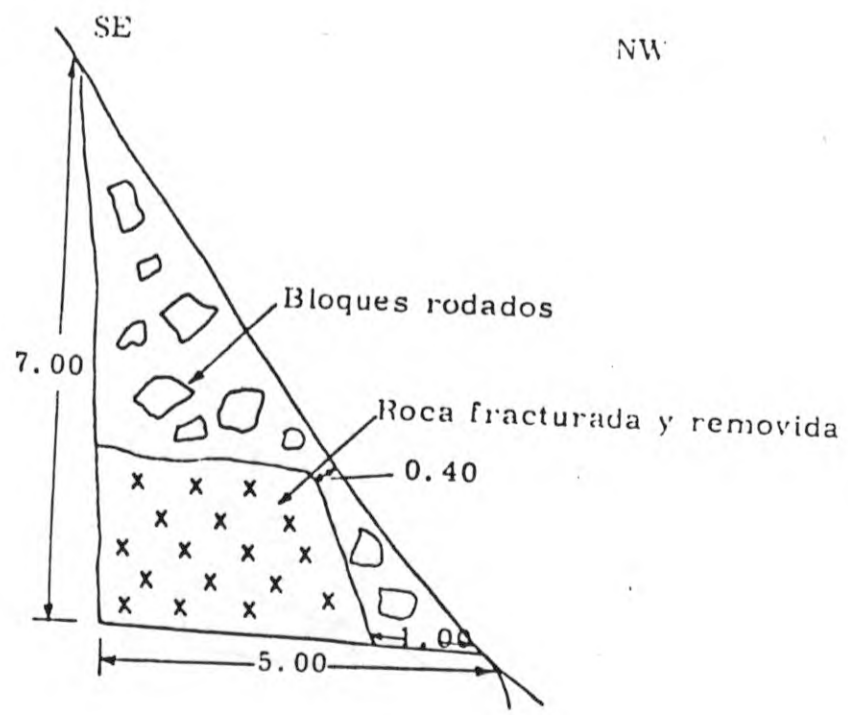
FIGURA No. 9



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-8 (SUPERIOR)

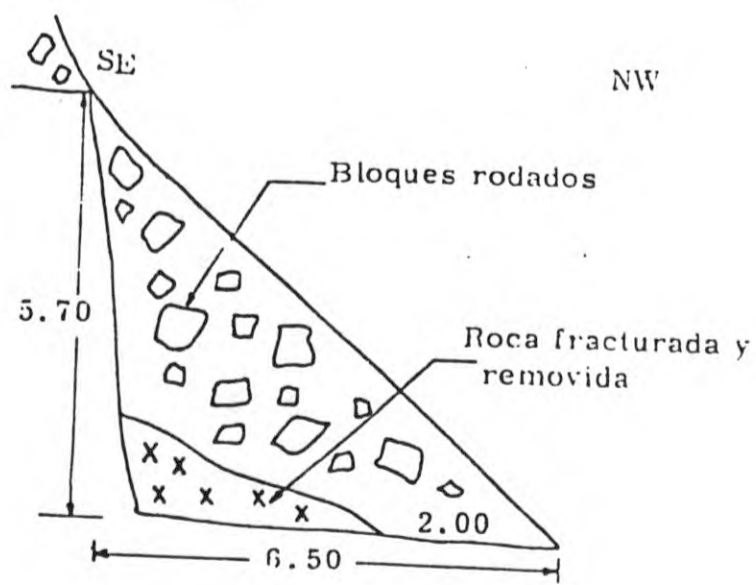
FIGURA No. 10



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-8 (INFERIOR)

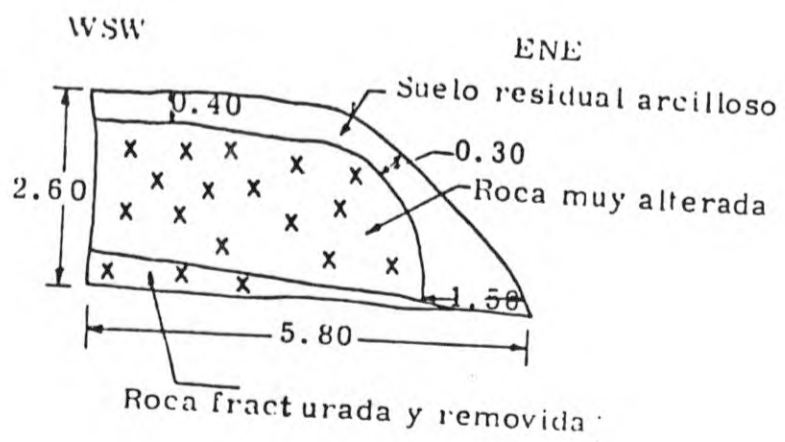
FIGURA No. 11



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-9

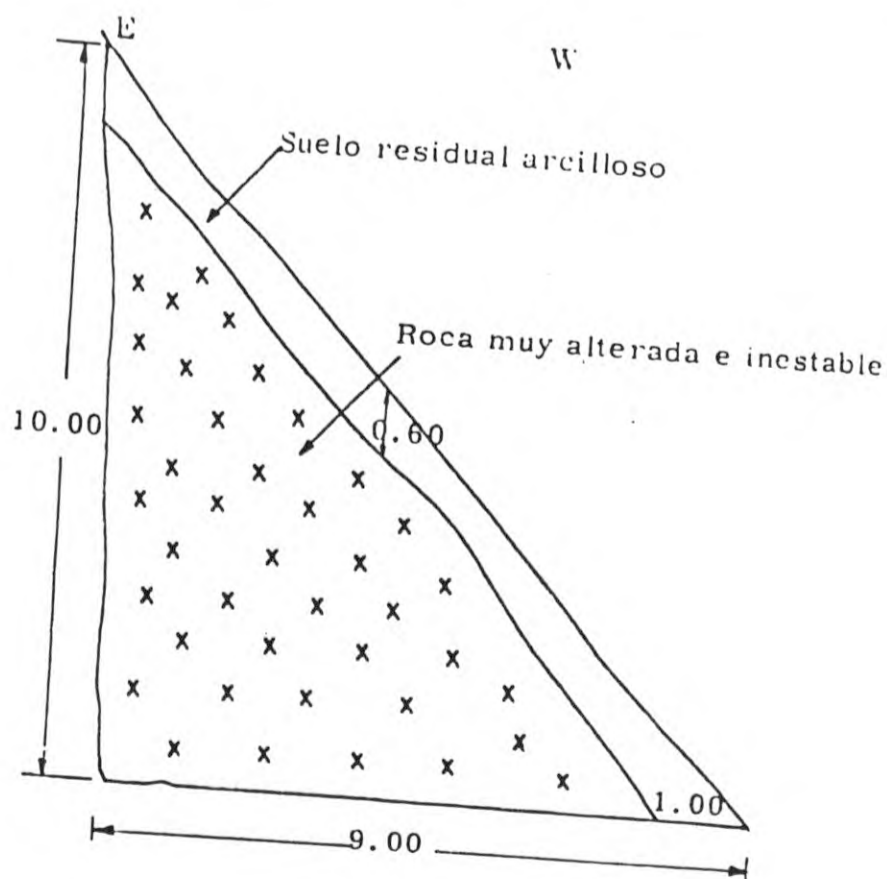
FIGURA No. 12



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-10

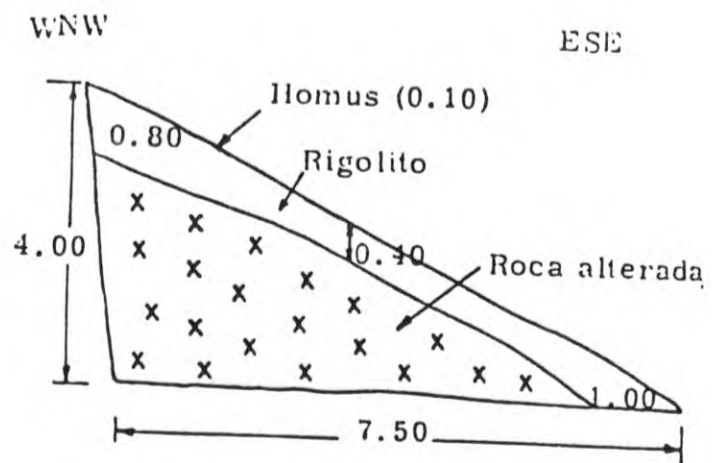
FIGURA No. 13



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-11

FIGURA No. 14

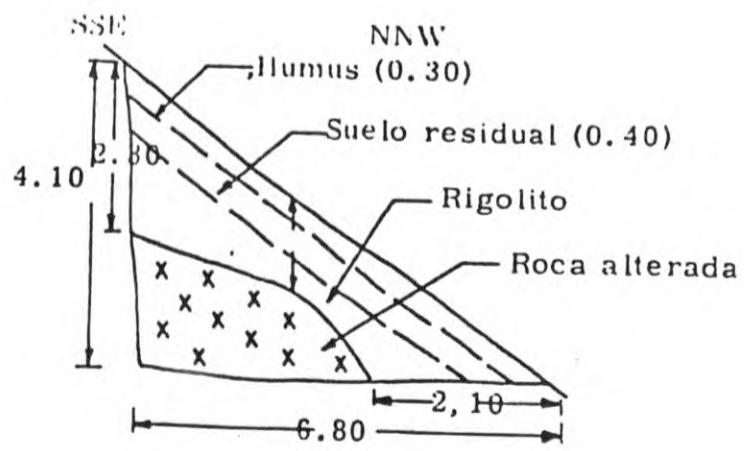




Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-12

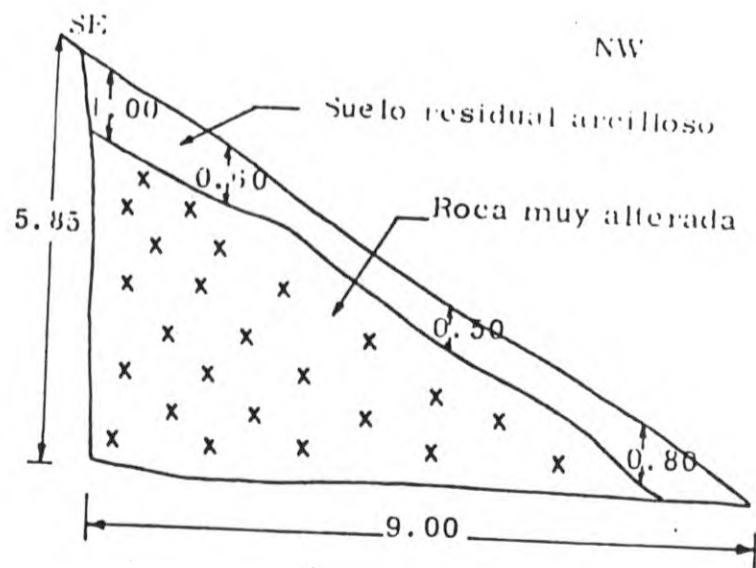
FIGURA No. 15



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-13

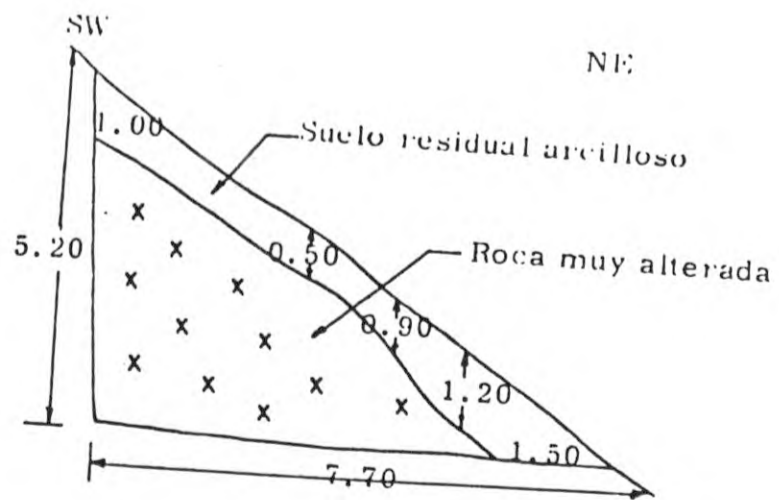
FIGURA No. 16



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-14

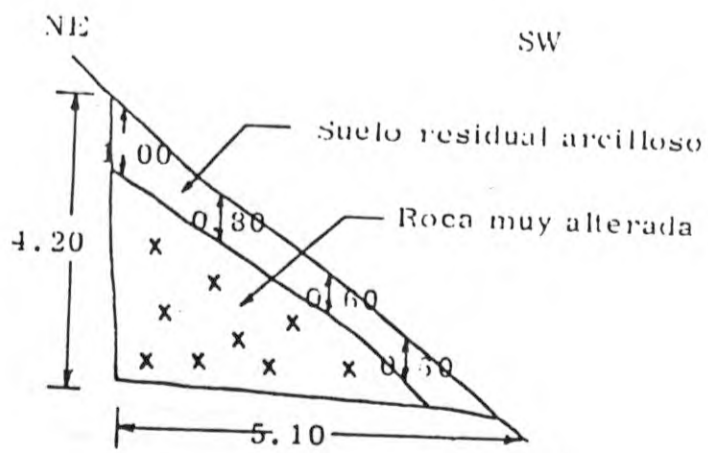
FIGURA No. 17



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-16

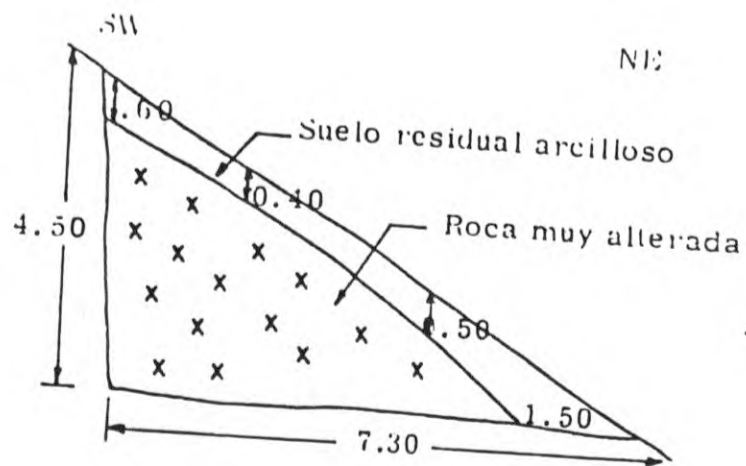
FIGURA No. 18



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-17

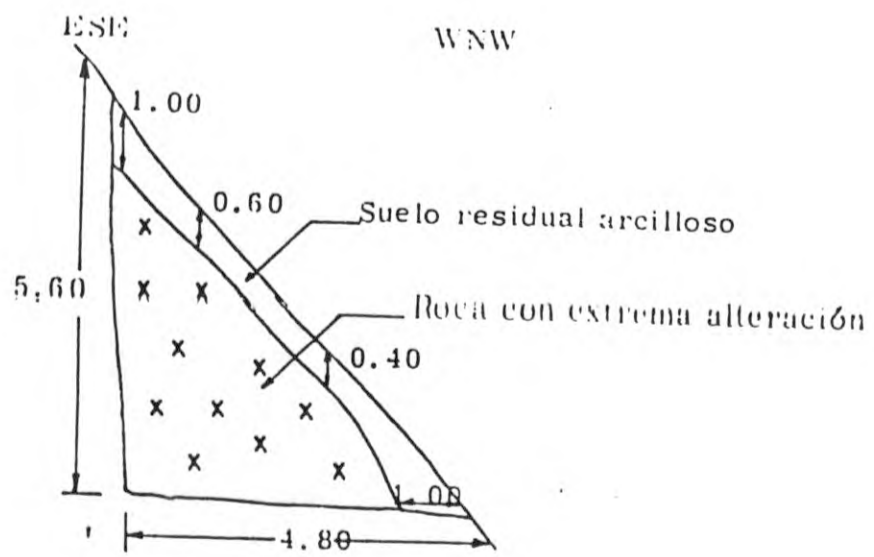
FIGURA No. 19



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-18

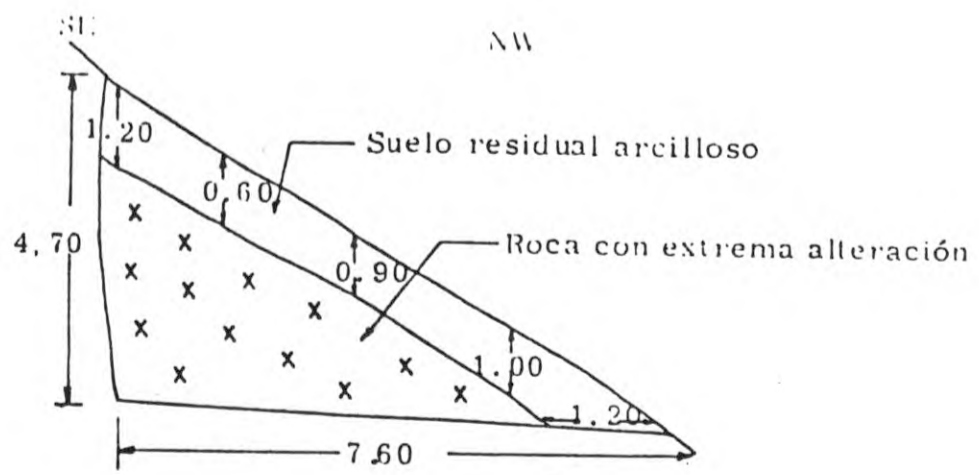
FIGURA No. 20



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-19

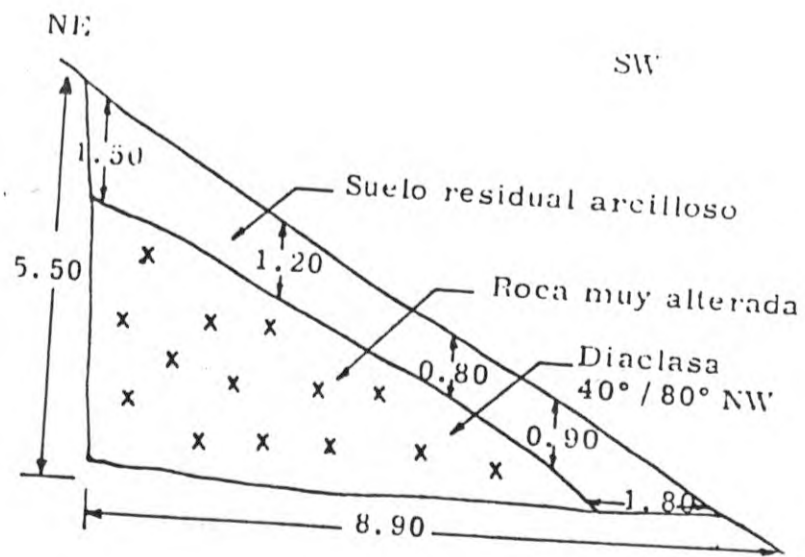
FIGURA No. 21



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-20

FIGURA No. 22

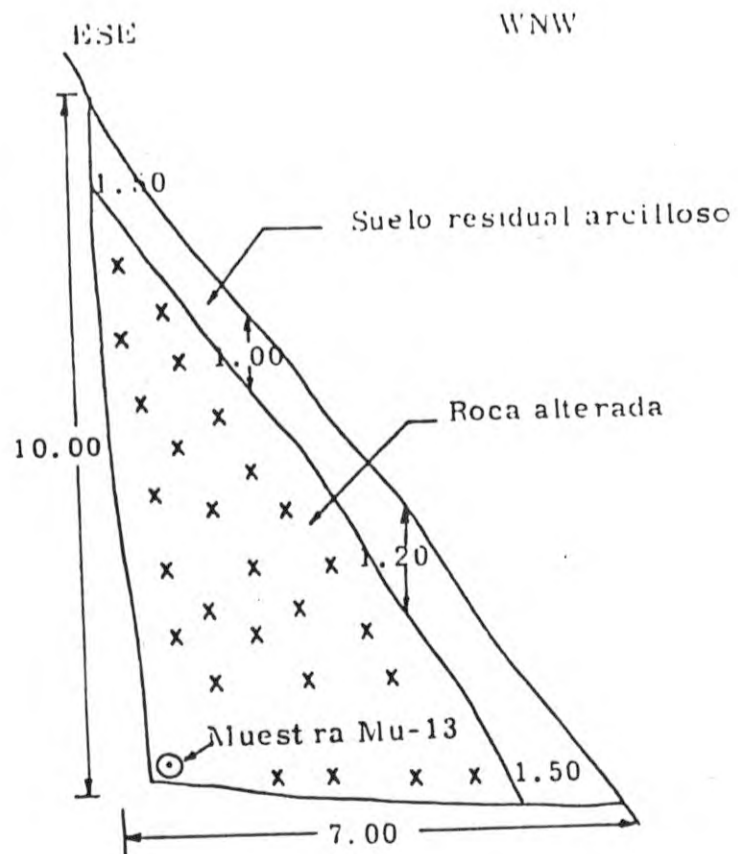




Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
TP-21

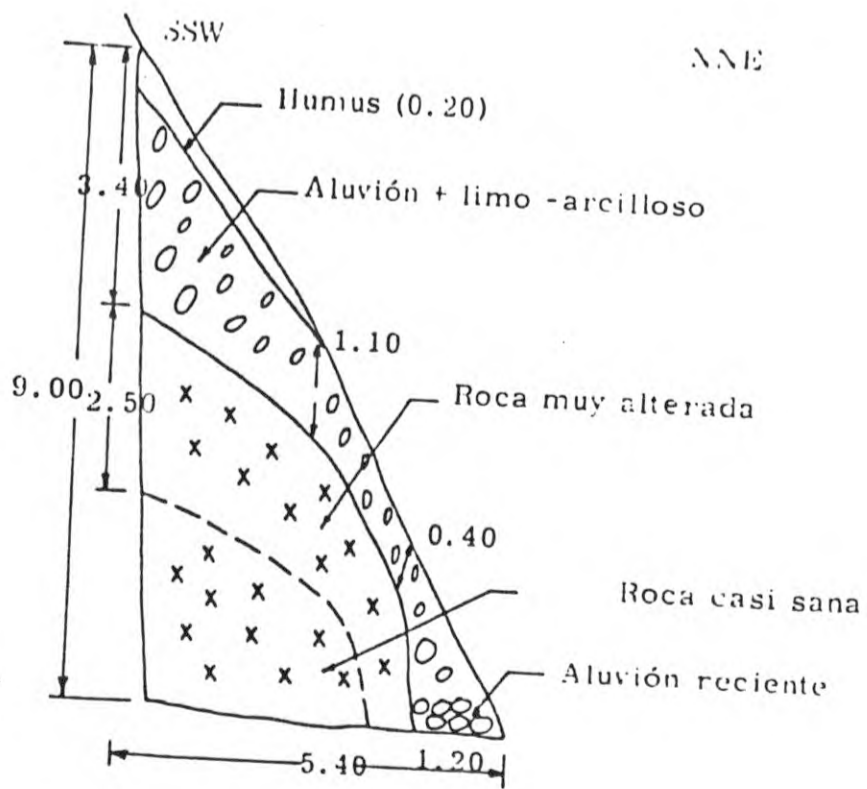
FIGURA No. 23



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
CM-1 (CASA DE MAQUINAS)

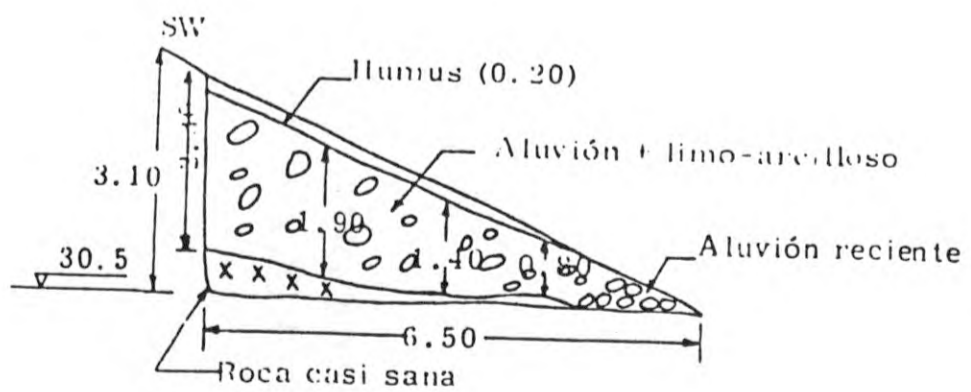
FIGURA No. 24



Electrificadora  
del Chocó

REGISTRO DE TRINCHERAS  
CM-2 (CASA DE MAQUINAS)

FIGURA No. 25



**ANEXO No. 3**

**REGISTRO DE BARRENOS Y  
RESULTADOS DE LABORATORIO**

OBRA Pequeña Central Hidroeléctrica SITIO Bahía Solano MUESTRA Ej-1- descho.  
 DESCRIPCION Arcilla fina - Limo Arcilloso - Carmelito claro - amarillo  
 HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 0.80 m. FECHA Enero 28/93

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	32	23	15
Vidrio No.	11	31	6	13
P <sub>1</sub>	28.70	28.02	29.66	27.99
P <sub>2</sub>	25.23	24.48	25.56	24.16
P <sub>3</sub>	13.28	13.00	13.05	13.23
% Humedad	29.0	30.8	32.8	35.0

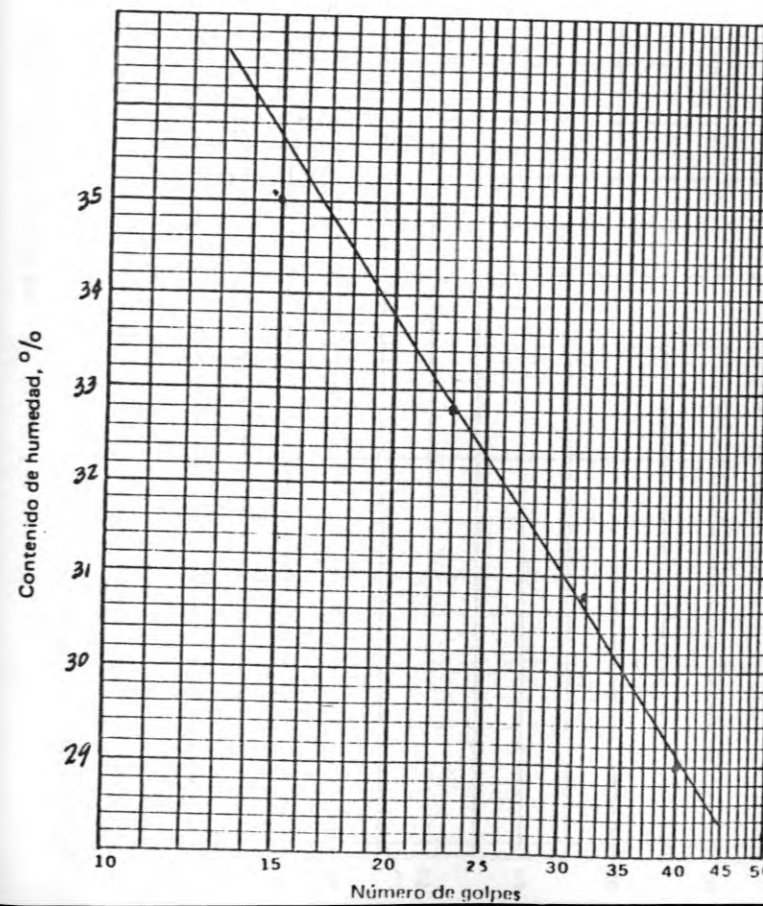
GRADACION

P <sub>1</sub> = 99.6 %		P <sub>2</sub> = 91.1 %	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
1/2	—	—	100.
3/8	0.9	0.9	99.1
4	1.7	1.7	97.4
10	12.0	12.0	85.4
40	36.7	36.8	48.6
100	15.6	15.7	32.9
200	6.3	6.3	26.6

LIMITE PLASTICO

Humedad Natural

Vidrio No.	62	50	
P <sub>1</sub>	18.69	18.38	18.01
P <sub>2</sub>	17.56	17.32	17.0
P <sub>3</sub>	12.99	12.94	—
% Humedad	20.7	24.2	19.7



RESULTADOS

Límite Líquido 32.4 %  
 Límite Plástico 20.5 %  
 Índice Plasticidad 11.9 %

Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
 A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
 U.S.C.S. -SM-

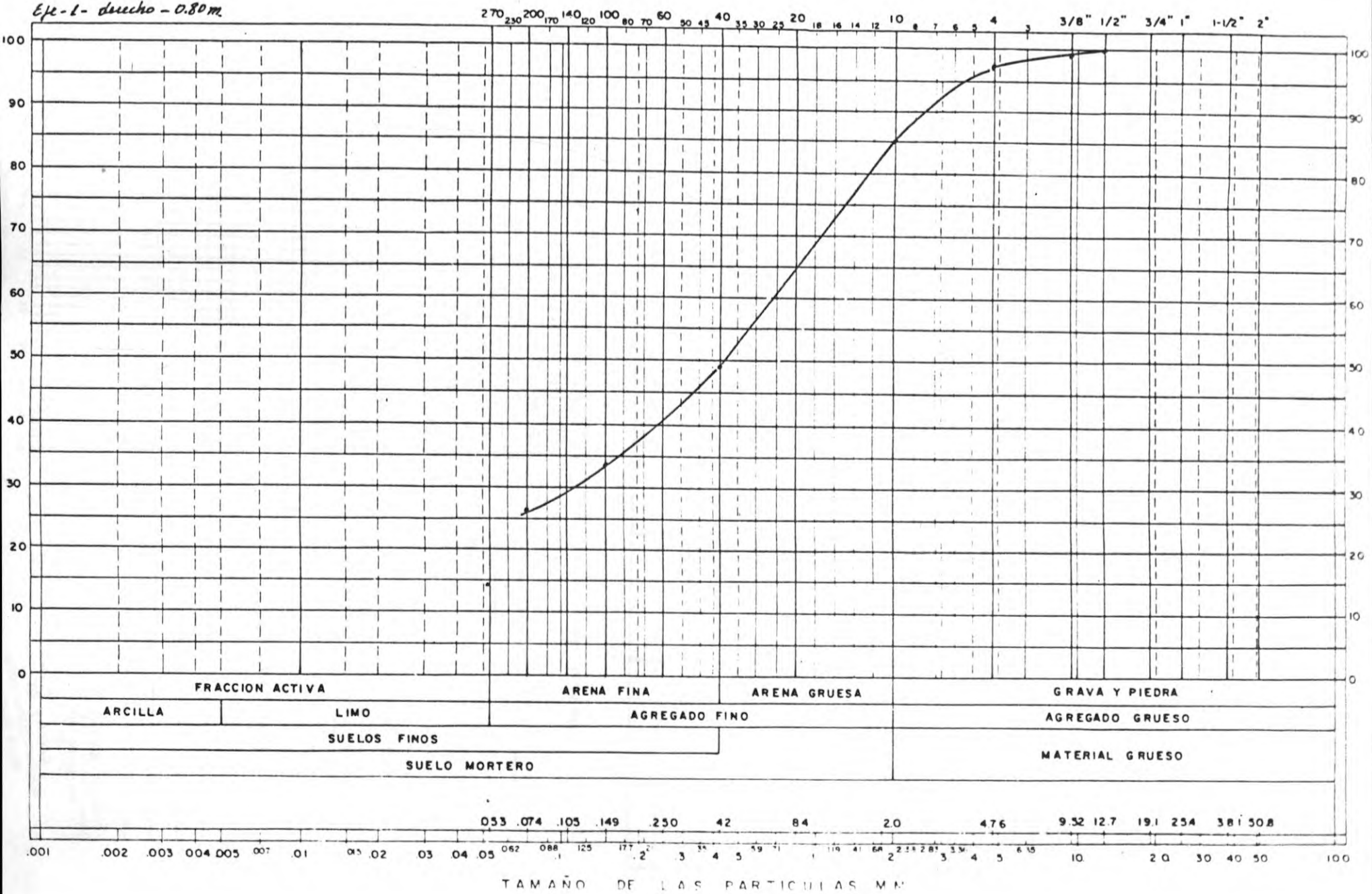
OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL  
 DE CALIDAD  
 SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS  
 LABORIOS - DISEÑOS

Misal Guerra Ariza  
 Laboratorista

REPRESENTACION GRAFIC' DEL ANALISIS MECANICO

Central Hidro. Itico  
Eje-1- ducho - 0.80 m



OBRA Represa Central Hidroeléctrica SITIO Bahía Solano MUESTRA EJE-1- derecho  
DESCRIPCION Arcilla fina - Limo Arcilloso - casullito oscuro  
HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 1.00 m. FECHA Enero 28/93

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	48	28	20	15
Vidrio No.	88	0	40	15
P <sub>1</sub>	27.97	26.79	28.61	20.80
P <sub>2</sub>	24.19	23.16	24.30	21.44
P <sub>3</sub>	13.02	13.12	13.15	13.46
% Humedad	33.8	36.2	38.7	39.7

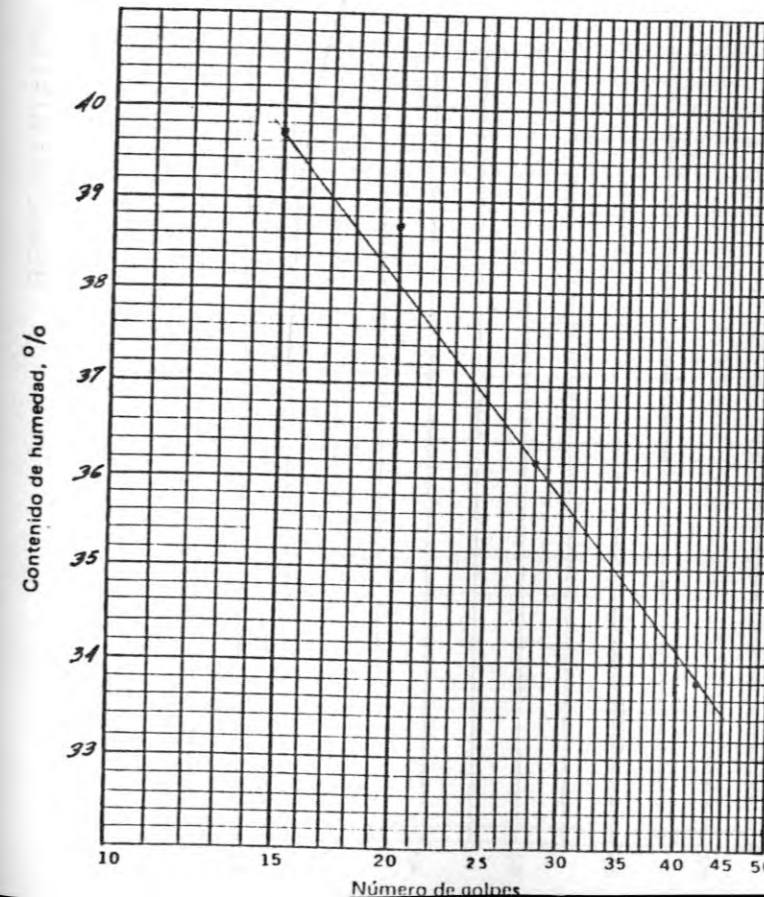
GRADACION

P <sub>1</sub> = 55.1 gr.		P <sub>2</sub> = 91 gr.	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
4	0.7	1.3	98.7
10	4.7	8.5	90.2
40	17.3	31.4	58.8
100	12.2	22.1	36.7
200	5.0	9.1	27.6
fondo.			

LIMITE PLASTICO

Humedad Natural

Vidrio No.	65	70	
P <sub>1</sub>	18.91	19.90	191.1
P <sub>2</sub>	17.84	18.50	168.8
P <sub>3</sub>	13.68	13.30	—
% Humedad	25.7	26.9	13.2



RESULTADOS

Límite Líquido 36.8 %  
Límite Plástico 26.3 %  
Índice Plástico 10.5 %

Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
U.S.C.S. -SM-

OBSERVACIONES

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Miguel Guzmán Avila  
Laboratorio  
LABORATORIOS DE CONTROL  
DE CALIDAD  
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS  
MUESTREO - ENSAYOS





OBRA PCH - Escuela SITIO \_\_\_\_\_ MUESTRA Eje N° 1 Derecha

DESCRIPCION \_\_\_\_\_

HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 1.60 m. FECHA \_\_\_\_\_

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	41	32	23	10
Vidrio No.	22	25	42	52
P <sub>1</sub>	24.91	24.27	26.44	29.35
P <sub>2</sub>	23.44	21.85	23.45	21.77
P <sub>3</sub>	13.28	13.08	13.10	13.45
% Humedad	27.0	27.6	28.9	31.0

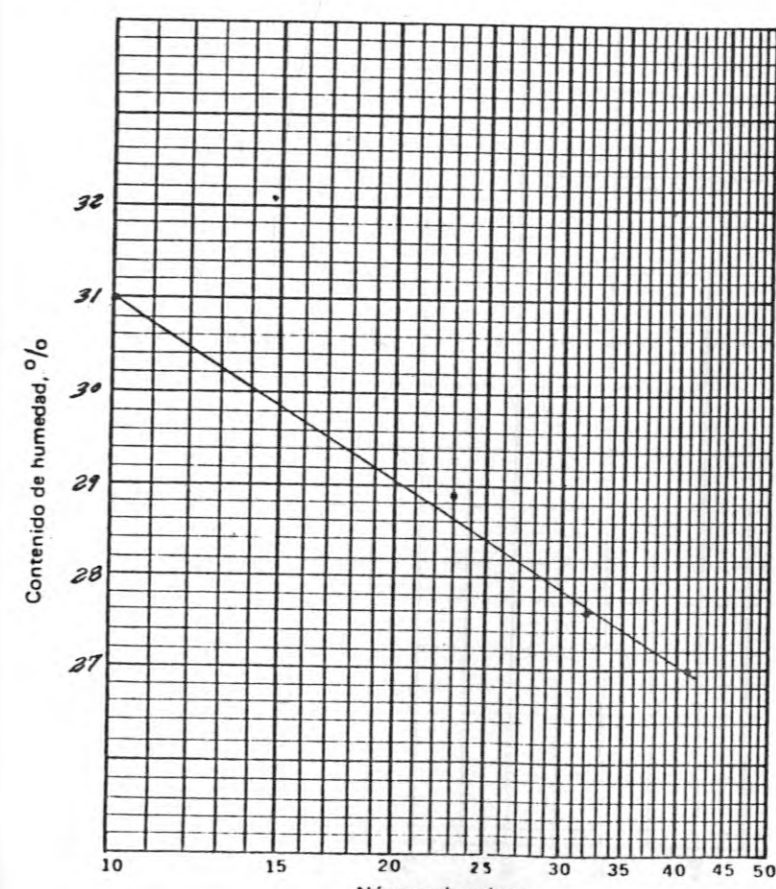
GRADACION

P <sub>1</sub> - 180.9 gr.		P <sub>2</sub> - 97.0 gr.	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
4	9.0	0.5	99.5
10	39.6	1.9	97.6
40	66.6	3.7	93.7
100	9.4	0.5	93.4
200	9.8	0.5	92.9
Fondo			

LIMITE PLASTICO

Humedad Natural

Vidrio No.	87	51	
P <sub>1</sub>	17.96	18.54	357.3
P <sub>2</sub>	17.10	17.65	287.3
P <sub>3</sub>	12.90	13.36	—
% Humedad	20.5	20.7	24.4



RESULTADOS

Límite Líquido 28.4 %  
 Límite Plástico 20.6 %  
 Índice Plasticidad 7.8 %

Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
 A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
 U.S.C.S. CL-ML

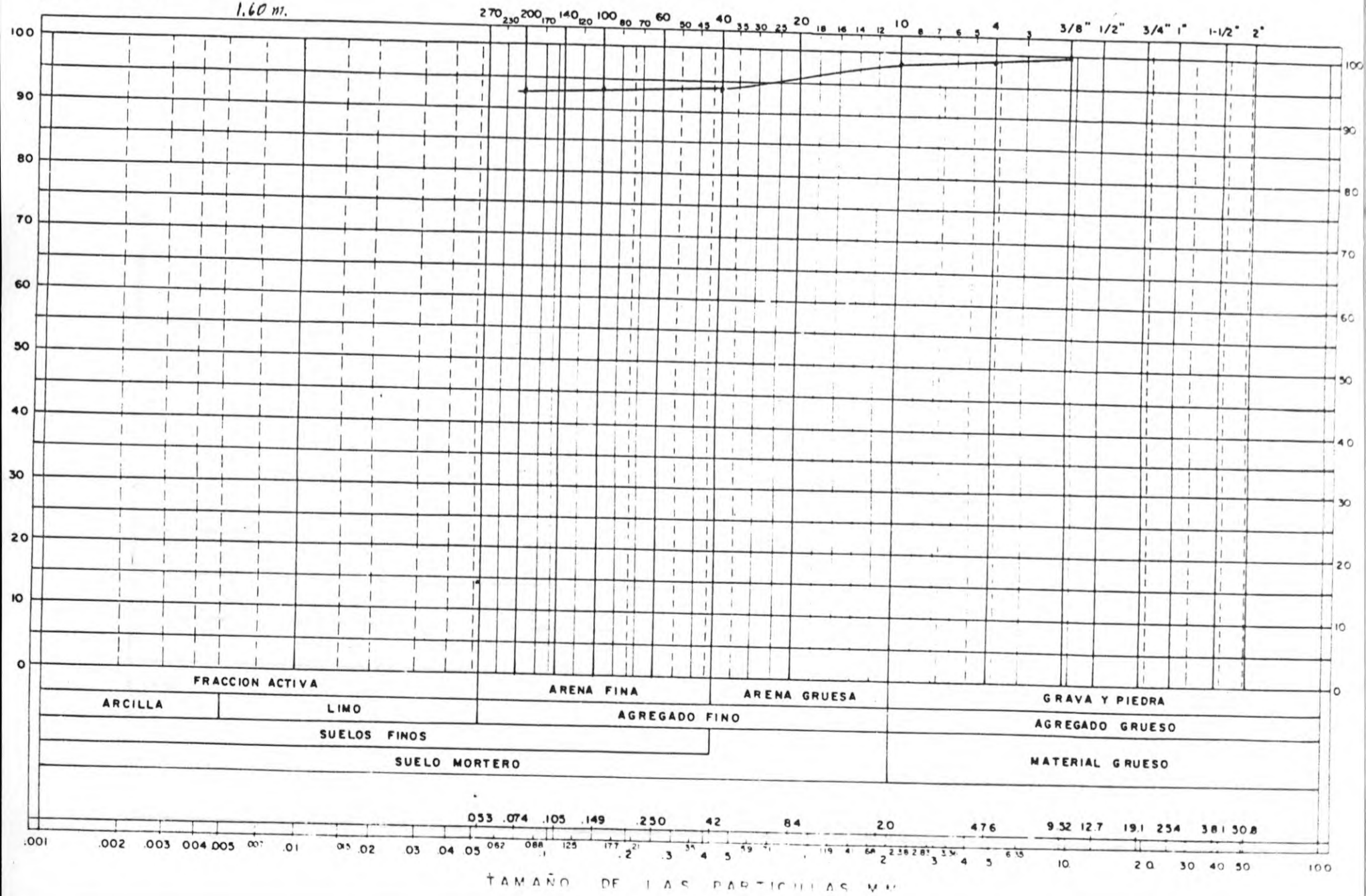
OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL  
 DE CALIDAD  
 SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS  
 ENLACES - DISEÑOS  
Misael Quirós Avila  
 Laboratorista

### REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO

Central Hidroeléctrica

1.60 m.



Electrificadora del Chocó S.A.

REGISTRO DE PERFORACION

Fecha: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Localización Veraguas - Bar 4 - Curacul

Coordenadas

N \_\_\_\_\_

Angulo Vertical

E \_\_\_\_\_

Supervisor: \_\_\_\_\_

Perforador \_\_\_\_\_

Elevación \_\_\_\_\_

Barreno No. 1

Profundidad m	No. de gol para cms	Símbolo	Nivel freático	No. de la muestra	Muestreador y corona	Tipo de Revestim.	Golpes/30 cm para revestimiento	Profundidad m		Descripción y Observaciones
								Desde	Hasta	
0.5										
1.0										
1.5										

FORMULARIO N° 2

OBRA PCH. Buña Solano SITIO Barro Colorado N° 127 MUESTRA \_\_\_\_\_  
DESCRIPCION \_\_\_\_\_  
HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 1.20 m. FECHA \_\_\_\_\_

LIMITES DE CONSISTENCIA  
LIMITE LIQUIDO

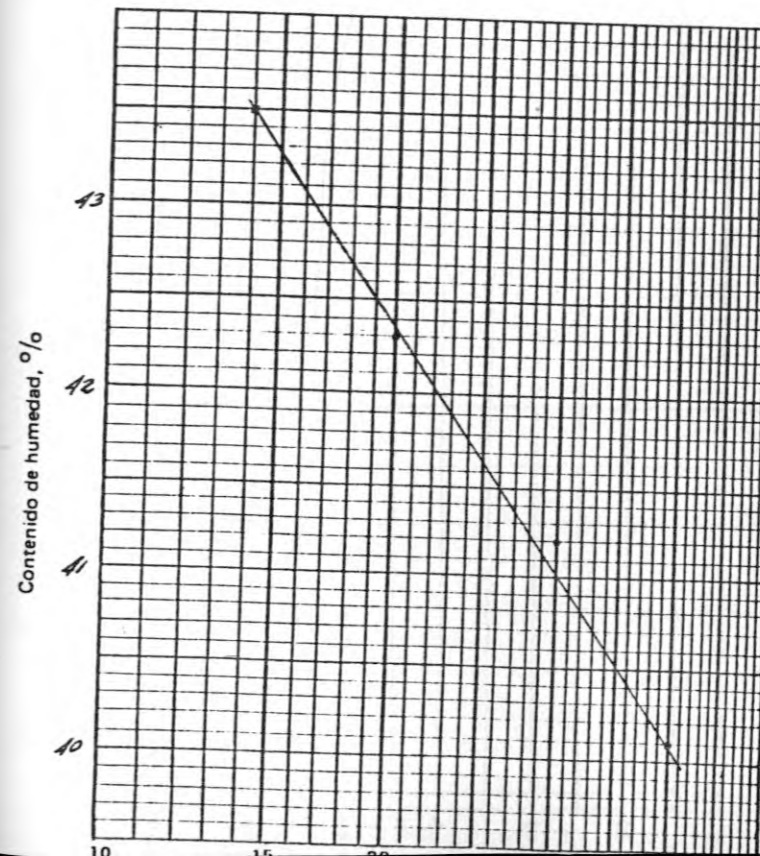
Número de Golpes	40	30	20	14
Vidrio No.	100	73	38	14
P <sub>1</sub>	25.43	23.41	25.40	25.09
P <sub>2</sub>	21.97	20.40	21.78	21.33
P <sub>3</sub>	13.33	13.09	13.23	12.69
% Humedad	40.1	41.2	42.3	43.5

GRADACION

P <sub>1</sub> = 126.8		P <sub>2</sub> =	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
4	0.8	0.6	99.4
10	11.1	8.7	90.7
40	50.5	39.8	50.9
100	21.3	16.8	34.1
200	6.9	5.4	28.7
fondo.			

LIMITE PLASTICO

Vidrio No.	80	50	Hum. Natural
P <sub>1</sub>	18.79	19.00	301.5
P <sub>2</sub>	17.48	17.91	230.1
P <sub>3</sub>	13.12	13.10	—
% Humedad	30.1	28.0	31.0



RESULTADOS

Límite Líquido 41.7 %  
Límite Plástico 29.2 %  
Índice Plasticidad 12.5 %

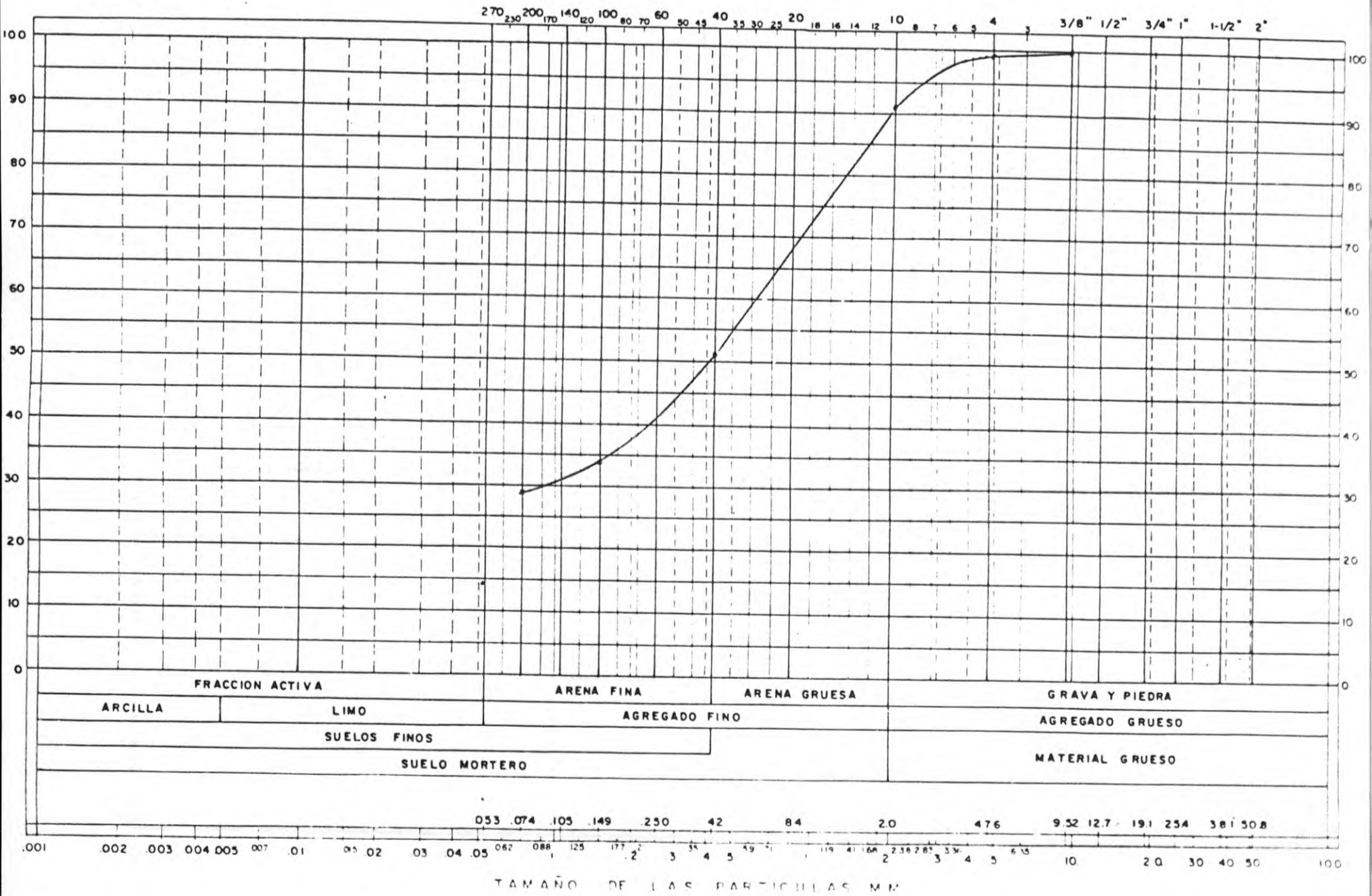
Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
U.S.C.S. -SC-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL  
DE CALIDAD  
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS  
DISEÑOS - BUELOS  
Alisad Guerra Ariza  
Laboratorista

REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO

*Control Hidroelctrica*



TAMAÑO DE LAS PARTICULAS MM

Electrificadora del Chocó S.A.

REGISTRO DE PERFORACION

Fecha:   
 Hoja No. de

Localización Barro Colorado Barro Colorado Coordenadas N 9° 00' 00" E 79° 10' 00"  
Angulo Vertical  
Supervisor: \_\_\_\_\_ Perforador \_\_\_\_\_ Elevación \_\_\_\_\_ Barreno No 1

Profundidad m	No. de golpes para % de recobro	Símbolo	Nivel freático	No. de la muestra Descripción del material	Muestreador y corona	Tipo de Revestim.	Golpes/30 cm para revestimiento	Fecha	Profundidad m		Descripción y Observaciones
									Desde	Hasta	
0.0				Arena limosa color café							termina en formación de arena fina.
0.5											
1.0											
1.5											

OBRA PCH. Bahía Solano SITIO Talud Barú Tomo D MUESTRA \_\_\_\_\_

DESCRIPCION Arena limosa

HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 0.80 m. FECHA \_\_\_\_\_

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	31	25	13
Vidrin No.	18	30	27	45
P <sub>1</sub>	25.84	25.84	26.22	24.88
P <sub>2</sub>	21.71	21.46	21.90	20.80
P <sub>3</sub>	13.22	13.21	13.04	12.93
% Humedad	48.7	49.4	50.5	51.8

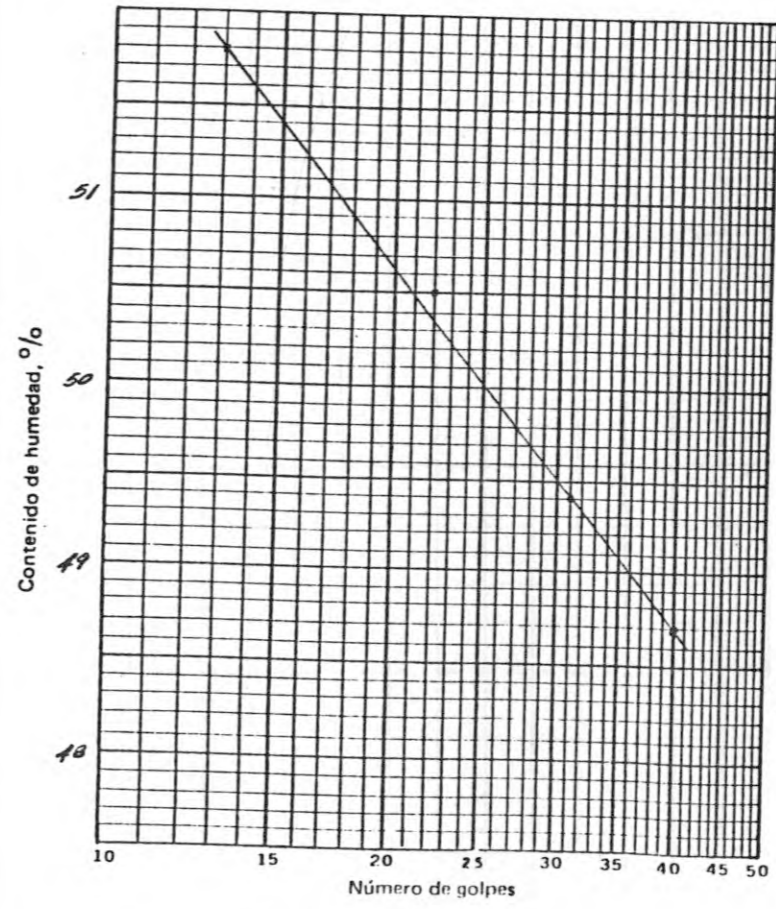
GRADACION

Tamiz	P <sub>1</sub> 91.2 gr.		P <sub>2</sub> 91.2 gr.	
	Peso retenido	% Retenido	% Retenido	% Pasa
10	1.3	1.4		98.6
40	15.8	17.3		81.3
100	22.4	24.6		75.4
200	7.5	8.2		48.5
Fondo.				

LIMITE PLASTICO

Humedad Natural

Vidrio No.	66	41	
P <sub>1</sub>	17.88	18.21	255.7
P <sub>2</sub>	16.61	16.82	142.7
P <sub>3</sub>	13.24	13.11	—
% Humedad	39.7	37.5	79.2



RESULTADOS

Límite Líquido 50.0 %  
 Límite Plástico 37.6 %  
 Índice Plasticidad 12.4 %

Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
 A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
 U.S.C.S. - SM -

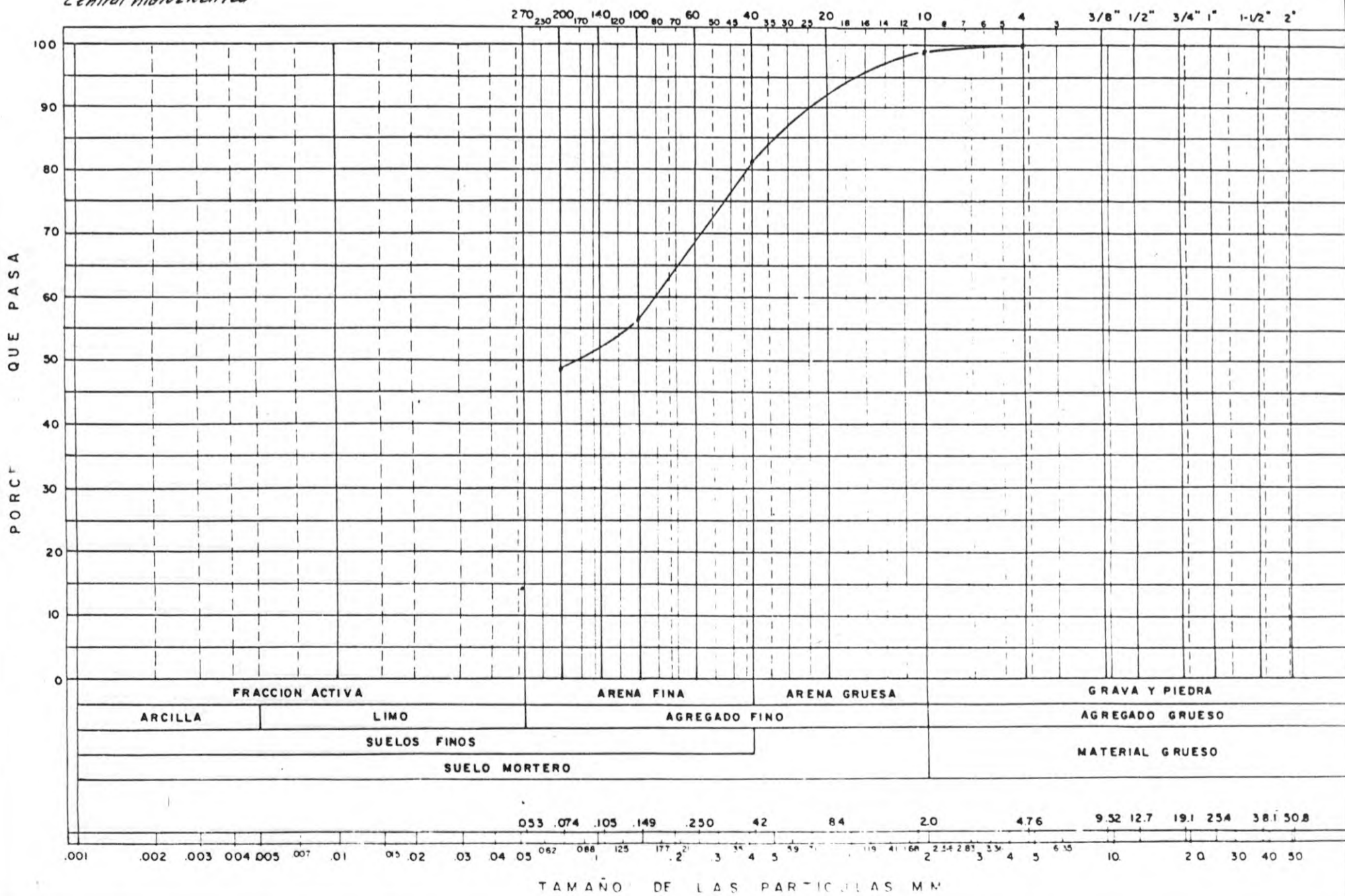
OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL  
 DE CALIDAD  
 SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS  
 ENSAYOS - DISEÑOS

Miguel Guerra Quila  
 Laboratorista

REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO

*Central hidroeléctrica*

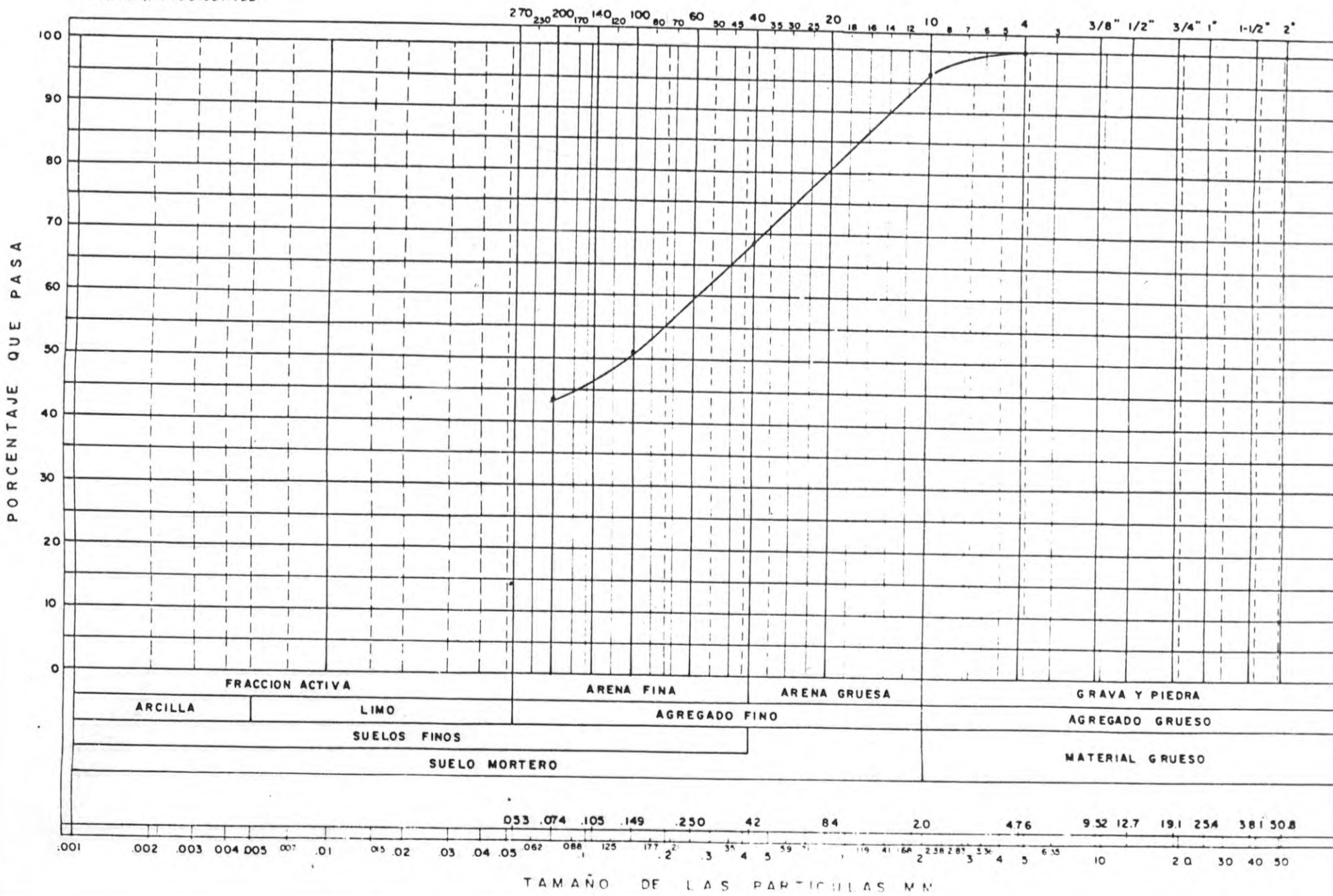


TAMAÑO DE LAS PARTICULAS MM



# REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO

Central Hidroeléctrica



FRACCION ACTIVA

ARENA FINA

ARENA GRUESA

GRAVA Y PIEDRA

ARCILLA

LIMO

AGREGADO FINO

AGREGADO GRUESO

SUELOS FINOS

SUELO MORTERO

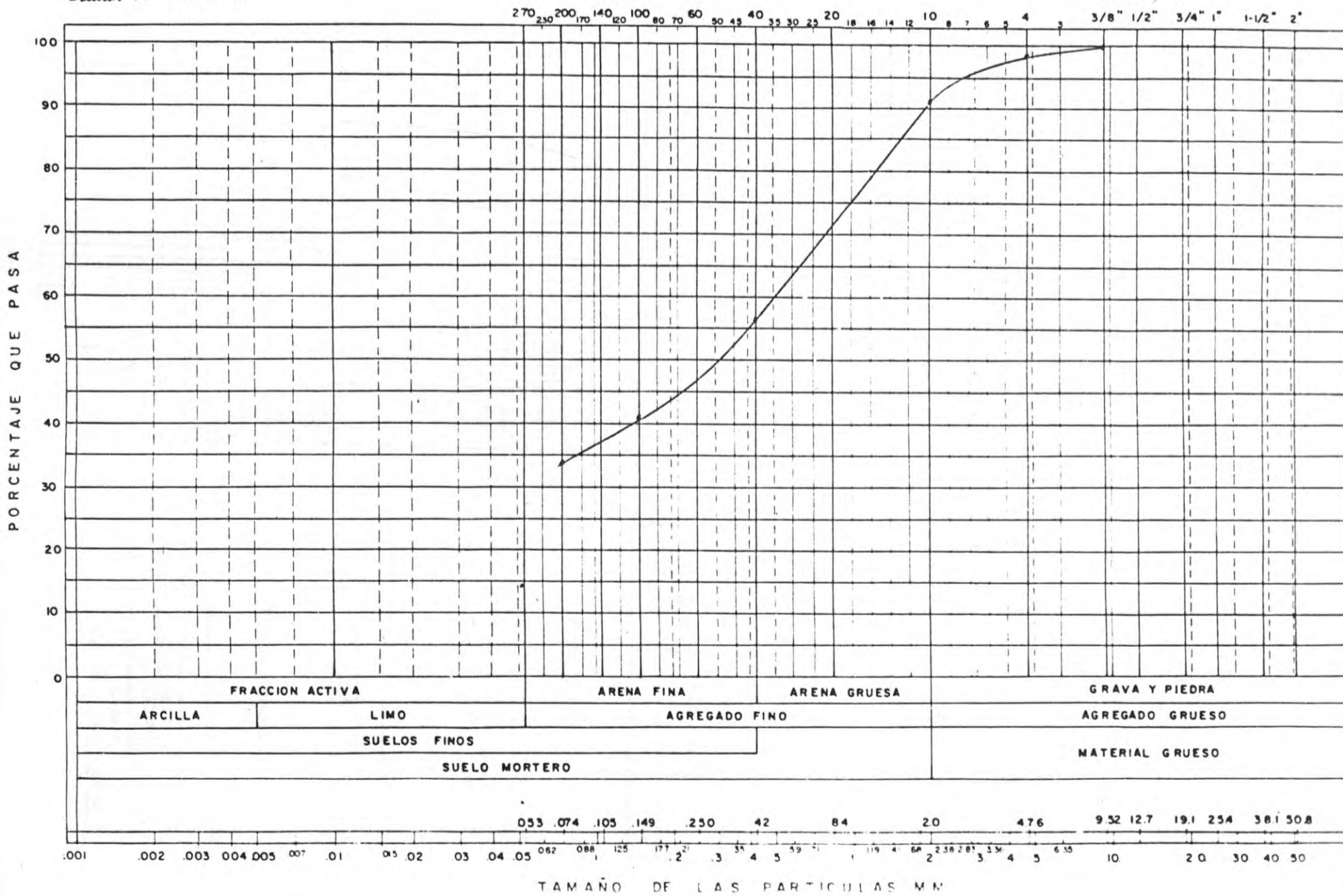
MATERIAL GRUESO

0.075 0.150 0.300 0.425 0.600 0.850 1.180 1.650 2.360 3.350 4.750 6.500 8.500 11.000 15.000 20.000 25.000 30.000 35.000 40.000 45.000 50.000

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS MM

### REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO

*Ceulob Hiarvelectica*



FRACCION ACTIVA

ARENA FINA

ARENA GRUESA

GRAVA Y PIEDRA

ARCILLA

LIMO

AGREGADO FINO

AGREGADO GRUESO

SUELOS FINOS

MATERIAL GRUESO

SUELO MORTERO

0.053 0.074 0.105 0.149 0.250 0.42 0.84 2.0 4.76 9.52 12.7 19.1 25.4 38.1 50.8

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS MM

OBRA \_\_\_\_\_ SITIO \_\_\_\_\_ MUESTRA \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION \_\_\_\_\_  
 HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 2.60 m. FECHA \_\_\_\_\_

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

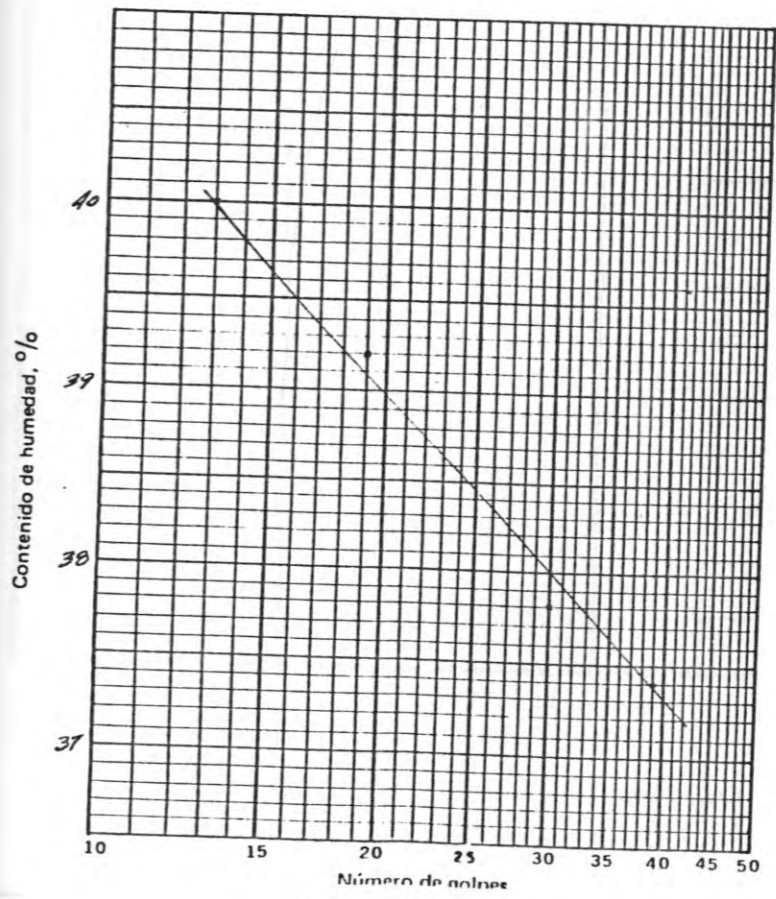
Número de Golpes	39	30	19	13
Vidrio No.	98	79	95	68
P <sub>1</sub>	33.36	32.89	33.82	32.77
P <sub>2</sub>	28.00	27.52	28.23	27.18
P <sub>3</sub>	13.67	13.32	17.97	13.21
% Humedad	37.4	37.8	39.2	40.0

LIMITE PLASTICO

Vidrio No.	44	54	Humedad Natural
P <sub>1</sub>	21.77	24.02	92.0
P <sub>2</sub>	19.62	21.41	76.6
P <sub>3</sub>	13.06	13.45	—
% Humedad	32.8	32.8	20.1

GRADACION

Tamiz	Peso retenido gr.	% Retenido	% Pasa
P <sub>1</sub>	76.93 gr.		
P <sub>2</sub>			
4	1.5	1.9	98.1
10	5.4	7.0	91.1
40	26.2	34.1	57.0
100	12.2	15.9	41.1
200	5.5	7.1	34.0
Fondo.			



RESULTADOS

Límite Líquido 38.5 %  
 Límite Plástico 32.8 %  
 Índice Plasticidad 5.7 %

Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
 A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
 U.S.C.S. -SM-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL  
 DE CALIDAD  
 SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS  
 ENSAYOS - DISEÑOS  
Miguel Guerra Avila  
 Laboratorista

Electrificadora del Chocó S.A.

REGISTRO DE PERFORACION

Fecha: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Localización Talud Boratona Boracho Coordenadas N \_\_\_\_\_ E \_\_\_\_\_

Angulo Horizontal Supervisor: \_\_\_\_\_ Perforador: \_\_\_\_\_ Elevación: \_\_\_\_\_ Barreno No. 3

Profundidad para	No. de golpes para	Simbala	Nivel freático	No. de la muestra	Muestreador y corona	Tipo de Revestim	Golpes/30 cm para revestimiento.	Fecha	Profundidad m		Descripción y Observaciones
									Desde	Hasta	
0 m	% de recobro										
0.5											
1.0											Arena poco arcillosa arenita
1.5											Arena poco arcillosa
2.0											Arena poco arcillosa
2.5											

OBRA PCH Barica Solano sitio Talud Bocatoro Iza MUESTRA \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION \_\_\_\_\_  
 HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 1.20 M. FECHA \_\_\_\_\_

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

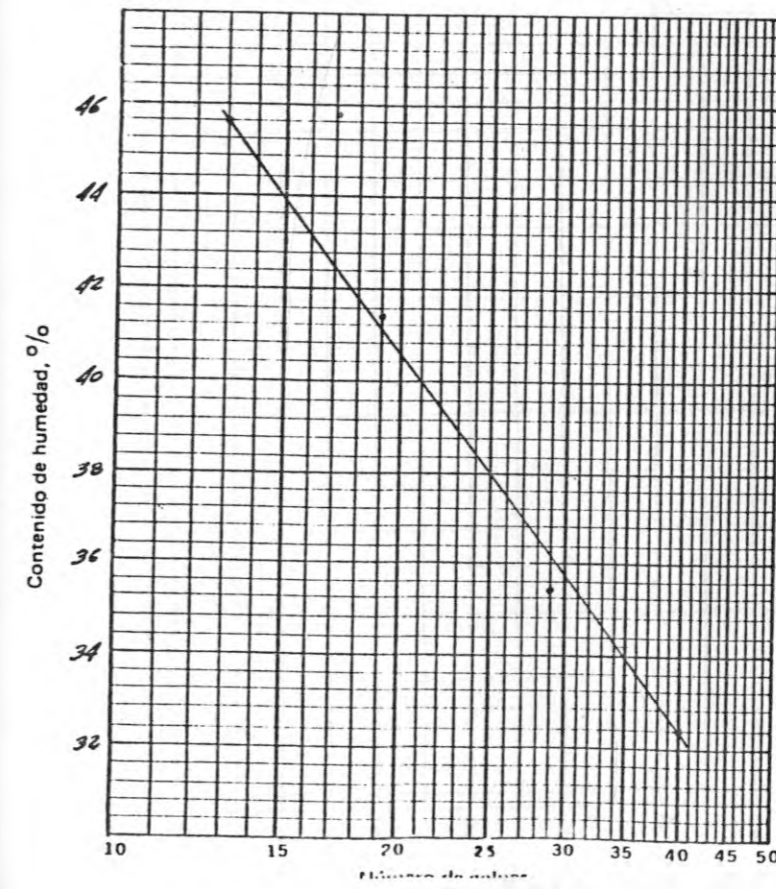
Número de Golpes	40	29	19	13
Vidrio No.	94	101	19	106
P <sub>1</sub>	26.00	24.92	26.12	25.74
P <sub>2</sub>	22.93	21.93	22.44	21.84
P <sub>3</sub>	13.45	13.49	13.55	13.28
% Humedad	32.4	35.4	41.4	45.6

LIMITE PLASTICO

Vidrio No.	59	31	Hum. Natural
P <sub>1</sub>	18.55	18.11	620.7
P <sub>2</sub>	17.50	17.15	474.9
P <sub>3</sub>	13.04	13.00	—
% Humedad	23.5	23.1	30.7

GRADACION

Tamiz	P <sub>1</sub> = 112.7		P <sub>2</sub> =	
	Peso retenido	% Retenido	% Retenido	% Pasa
10	1.4	1.2		98.8
40	28.7	25.5		73.3
100	23.3	20.7		52.6
200	8.3	7.4		45.2
Fondo.				



RESULTADOS

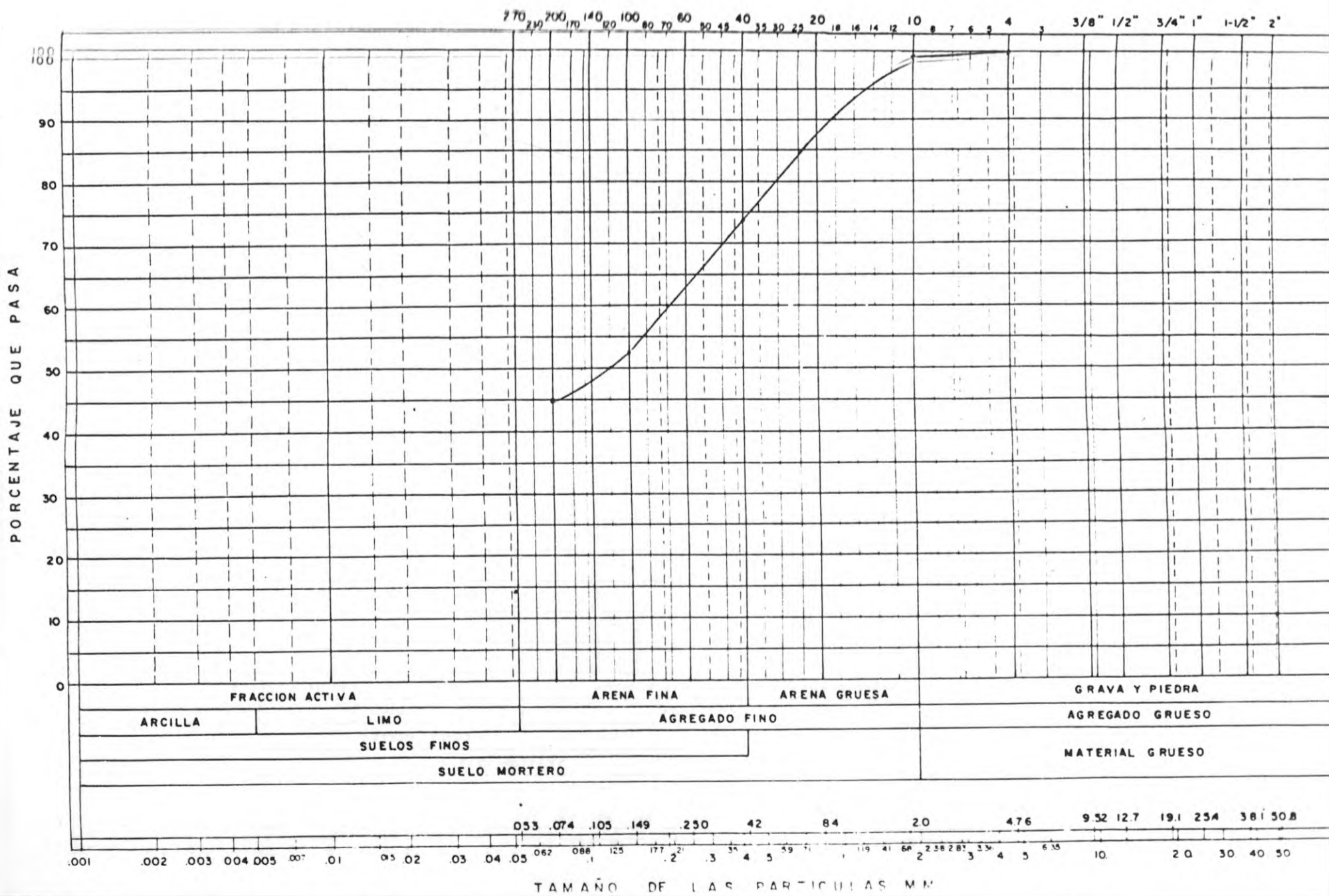
Límite Líquido 38.0 %  
 Límite Plástico 23.3 %  
 Índice Plasticidad 14.7 %

Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
 A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
 U.S.C.S. -SC-

OBSERVACIONES

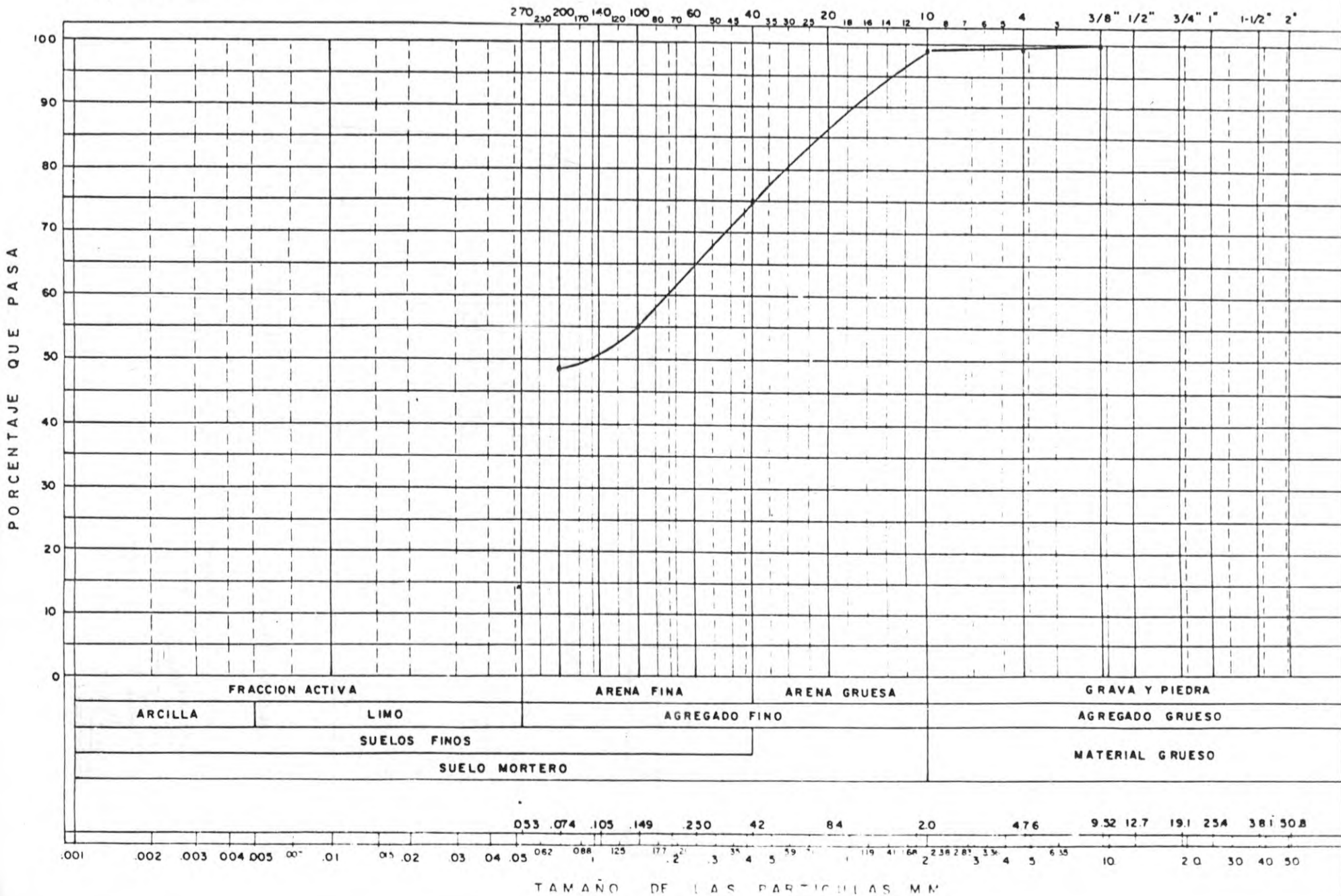
LABORATORIOS DE CONTROL  
 DE CALIDAD  
 SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS  
 Muestreo - BUELOS  
Misael Guerra Avila  
 Laboratorista

REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO



REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO

Central Hidroeléctrica



Proyecto N° 4

OBRA PCH - Salto en un sitio blud Rocatan J-9 MUESTRA \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION \_\_\_\_\_  
 HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 3.10 M. FECHA \_\_\_\_\_

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	30	20	10
Vidrio No.	96	4	86	71
P <sub>1</sub>	26.56	25.66	26.26	27.20
P <sub>2</sub>	23.24	22.50	22.92	23.60
P <sub>3</sub>	13.04	13.01	13.10	13.27
% Humedad	32.5	33.3	34.0	35.6

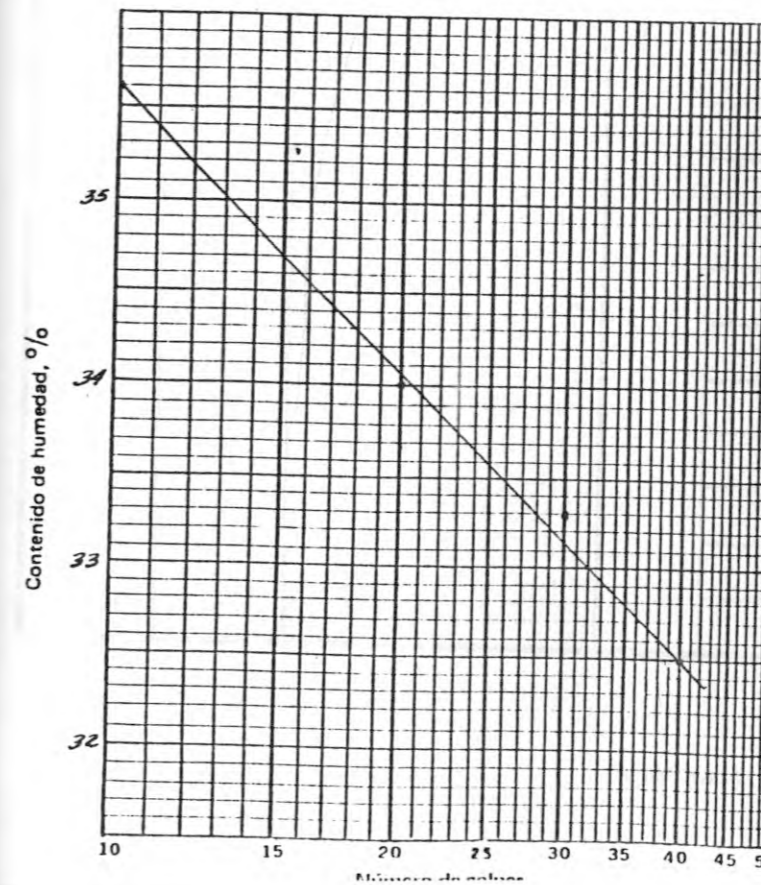
LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	72	57	
P <sub>1</sub>	20.00	19.81	244.9
P <sub>2</sub>	18.83	18.66	193.1
P <sub>3</sub>	12.97	13.01	—
% Humedad	20.0	20.4	26.8

GRADACION

Tamiz	P <sub>1</sub> - 102.23		P <sub>2</sub>	
	Peso retenido	% Retenido	% Retenido	% Pasa
4	0.2	0.2		99.8
10	0.8	0.8		99.0
40	24.9	24.4		74.6
100	20.1	19.7		54.9
200	6.5	6.4		48.5
fondo				



RESULTADOS

Límite Líquido 33.6 %  
 Límite Plástico 20.2 %  
 Índice Plasticidad 13.4 %

Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
 A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
 U.S.C.S. -SC-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL  
 DE CALIDAD  
 SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS  
 Y OBRAS DE BARRIO  
Misael Guerra Avila  
 Laboratorio



Electrificadora del Chocó S.A.		REGISTRO DE PERFORACION						Fecha: _____ de _____			
Localización <u>Talud Rocafuerte</u>		Coordenadas N _____ E _____		Barreno No <u>4</u>							
Angulo <u>Horizontal</u>		Supervisor: _____		Perforador _____		Elevación _____					
Profundidad m	No. de gol para cms	Símbolo	Nivel freático	No. de la muestra	Muestreador y corona	Tipo de Revestim	Golpes/30 cm para revestimiento.	Fecha	Profundidad m		Descripción y Observaciones
									Desde	Hasta	
0											
10											
15											
20											
25											
30											
35											
40											
45											
50											
55											
60											
65											
70											
75											
80											
85											
90											
95											
100											

OBRA PC - Enchapeado SITO 20 mt. de D MUESTRA \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION Arena limosa  
 HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 2.00 m. FECHA \_\_\_\_\_

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	30	21	14
Vidrio No.	48	90	95	8
P <sub>1</sub>	28.93	29.46	29.92	29.19
P <sub>2</sub>	24.97	25.37	25.65	21.98
P <sub>3</sub>	13.00	13.21	13.97	13.08
% Humedad	33.1	33.6	34.3	35.4

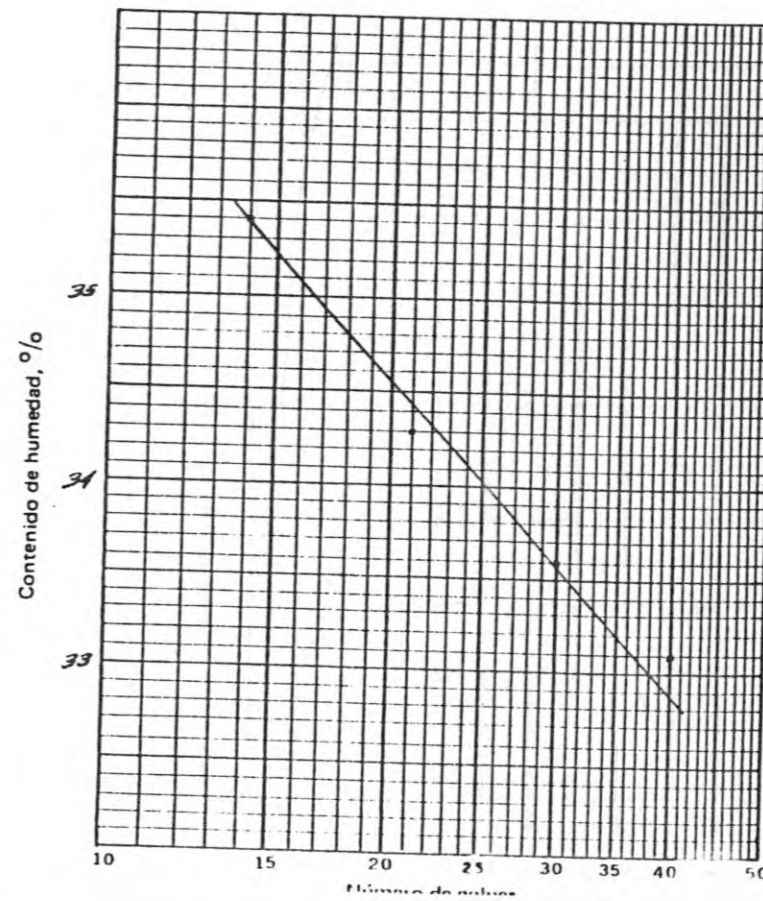
LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	32	99	
P <sub>1</sub>	17.16	17.81	203.8
P <sub>2</sub>	16.31	16.90	179.3
P <sub>3</sub>	12.81	13.29	—
% Humedad	24.3	25.2	13.7

GRADACION

P <sub>1</sub> = 64.91		P <sub>2</sub> =	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
4	1.9	2.9	97.1
10	7.8	11.8	88.2
40	24.1	37.1	62.9
100	10.5	16.2	83.8
200	3.8	5.8	94.2
fondo			



RESULTADOS

Límite Líquido 34.0 %  
 Límite Plástico 24.8 %  
 Índice Plasticidad 9.2 %

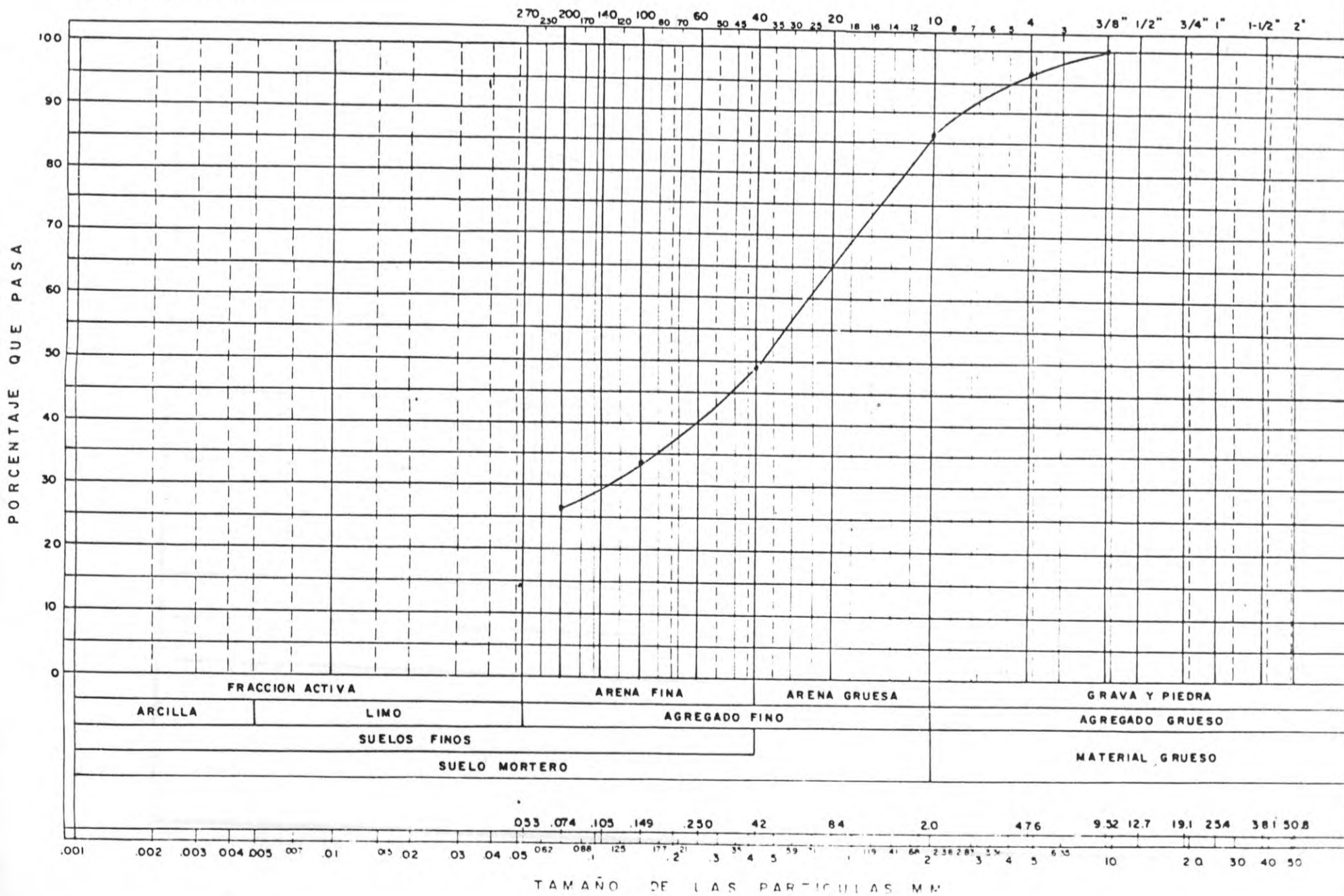
Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
 A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
 U.S.C.S. -SM-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL  
 DE CALIDAD  
 SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS  
 DISEÑOS - DISEÑOS  
Misael Guerra Ariza  
 Laboratorista

REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO

Central Hidroeléctrica



Electrificadora del Chocó S.A.

REGISTRO DE PERFORACION

Fecha: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_  
Hoja No. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Localización Carretera de Medellín

Coordenadas N \_\_\_\_\_ E \_\_\_\_\_

Angulo Vertical

Supervisor: \_\_\_\_\_

Perforador \_\_\_\_\_

Elevación \_\_\_\_\_

Barreno No 5

Profundidad m	No. de golpes para cms	Símbolo	Nivel freático	No. de la muestra	Muestreador y corona	Tipo de Revestimiento	Golpes/30 cm para revestimiento	Fecha	Profundidad m		Descripción y Observaciones	
									Desde	Hasta		
0.00												
1.00												
2.00												
3.00												
4.00												
5.00												
6.00												
7.00												
8.00												
9.00												
10.00												
11.00												
12.00												
13.00												
14.00												
15.00												
16.00												
17.00												
18.00												
19.00												
20.00												
21.00												
22.00												
23.00												
24.00												
25.00												
26.00												
27.00												
28.00												
29.00												
30.00												
31.00												
32.00												
33.00												
34.00												
35.00												
36.00												
37.00												
38.00												
39.00												
40.00												
41.00												
42.00												
43.00												
44.00												
45.00												
46.00												
47.00												
48.00												
49.00												
50.00												

OBRA PCH-Bovino Solano SITO Casa de Maquina MUESTRA aje de Turbinas  
 DESCRIPCION Grava Limpia  
 HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 0.50 M. FECHA \_\_\_\_\_

LIMITES DE CONSISTENCIA

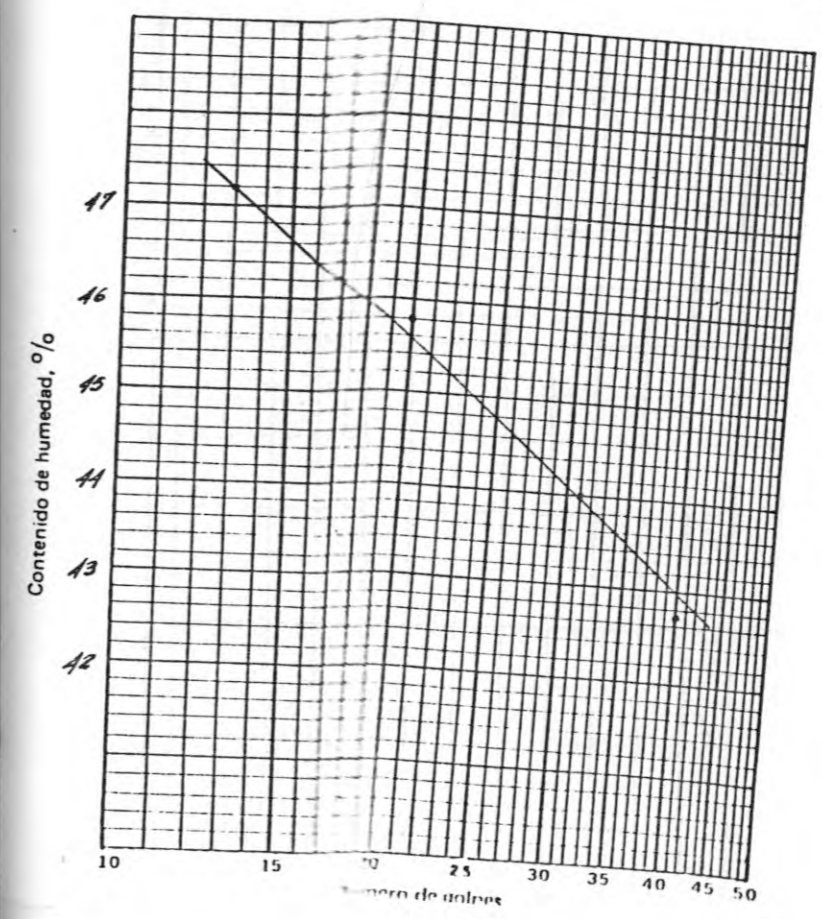
Número de Golpes	40	31	20	13
Vidrio No.	97	29	81	26
P <sub>1</sub>	24.9	23.75	23.69	24.51
P <sub>2</sub>	21.5	20.47	20.41	20.86
P <sub>3</sub>	13.4	13.01	12.82	13.13
% Humedad	42.7	44.0	45.8	47.2

GRADACION

P <sub>1</sub> 230.9		P <sub>2</sub>	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
3/4	53.1	23.0	77.0
1/2	47.0	20.3	56.7
3/8	15.3	6.6	50.1
4	33.0	14.3	35.8
10	26.5	11.5	24.3
40	19.8	8.6	15.7
100	12.1	5.2	10.5
200	5.1	2.2	8.3
Fondo			

LIMITE PLASTICO

Vidrio No.	63	75	Hum. Natural
P <sub>1</sub>	21.0	22.91	210.9
P <sub>2</sub>	18.75	19.99	176.5
P <sub>3</sub>	13.15	13.20	—
% Humedad	41.3	43.0	49.5



RESULTADOS

Límite Líquido 44.8 %  
 Límite Plástico 42.2 %  
 Índice Plasticidad 2.6 %

Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
 A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
 U.S.C.S. -GM-

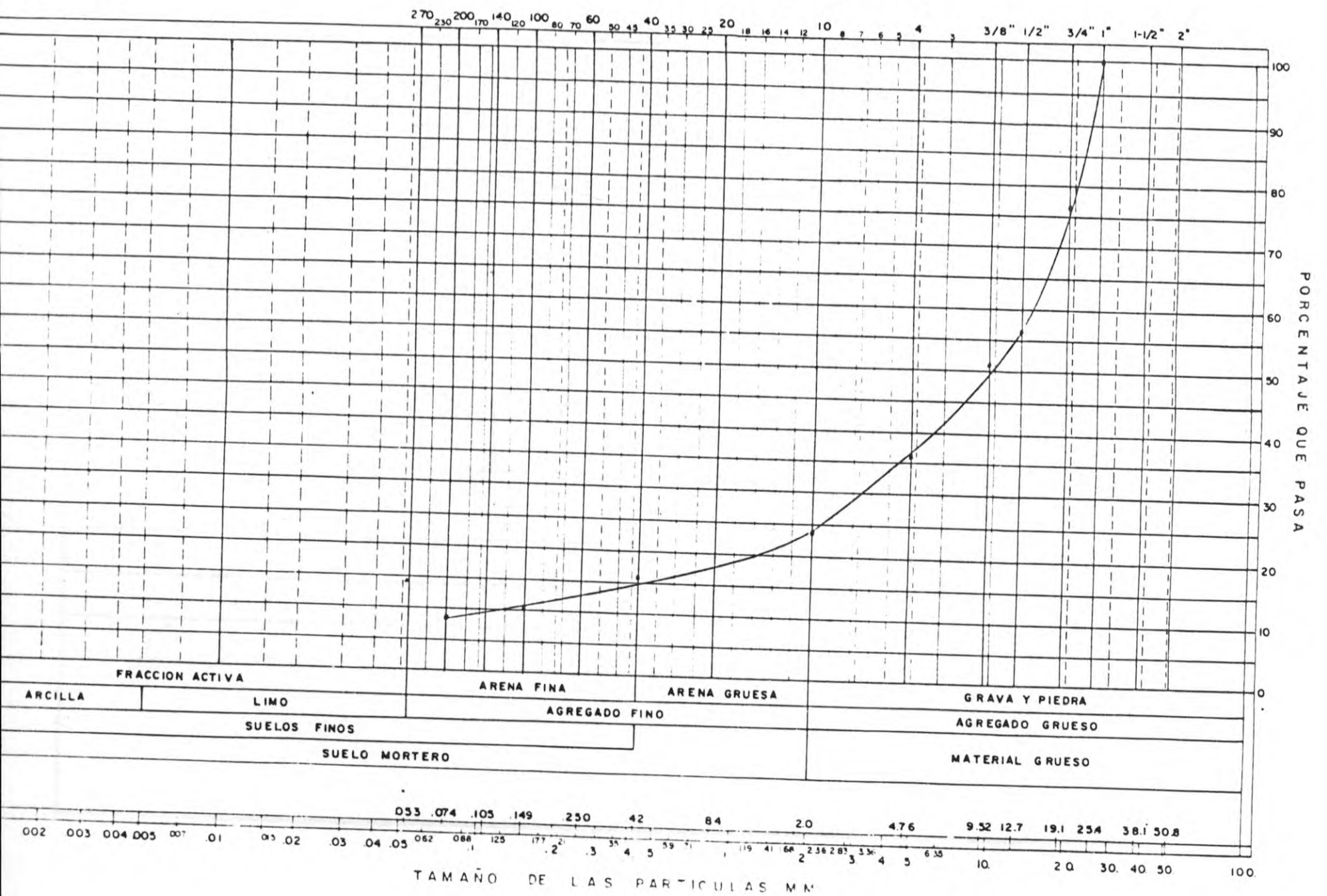
OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL  
 DE CALIDAD  
 SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS  
 ENSAYOS FISICOS

Miguel Guerra Ariza  
 Laboratorista

ul hidrométrica

### REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO





LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD  
suelos-concretos-pavimentos-ensayos-diseños

Barreno N° 7

OBRA: Pequeña Central Hidroeléctrica

DESCRIPCION: Arena gruesa - fino - arenillo  
oscura

MUESTRA No. Casa de Máquinas - 0.70 m.

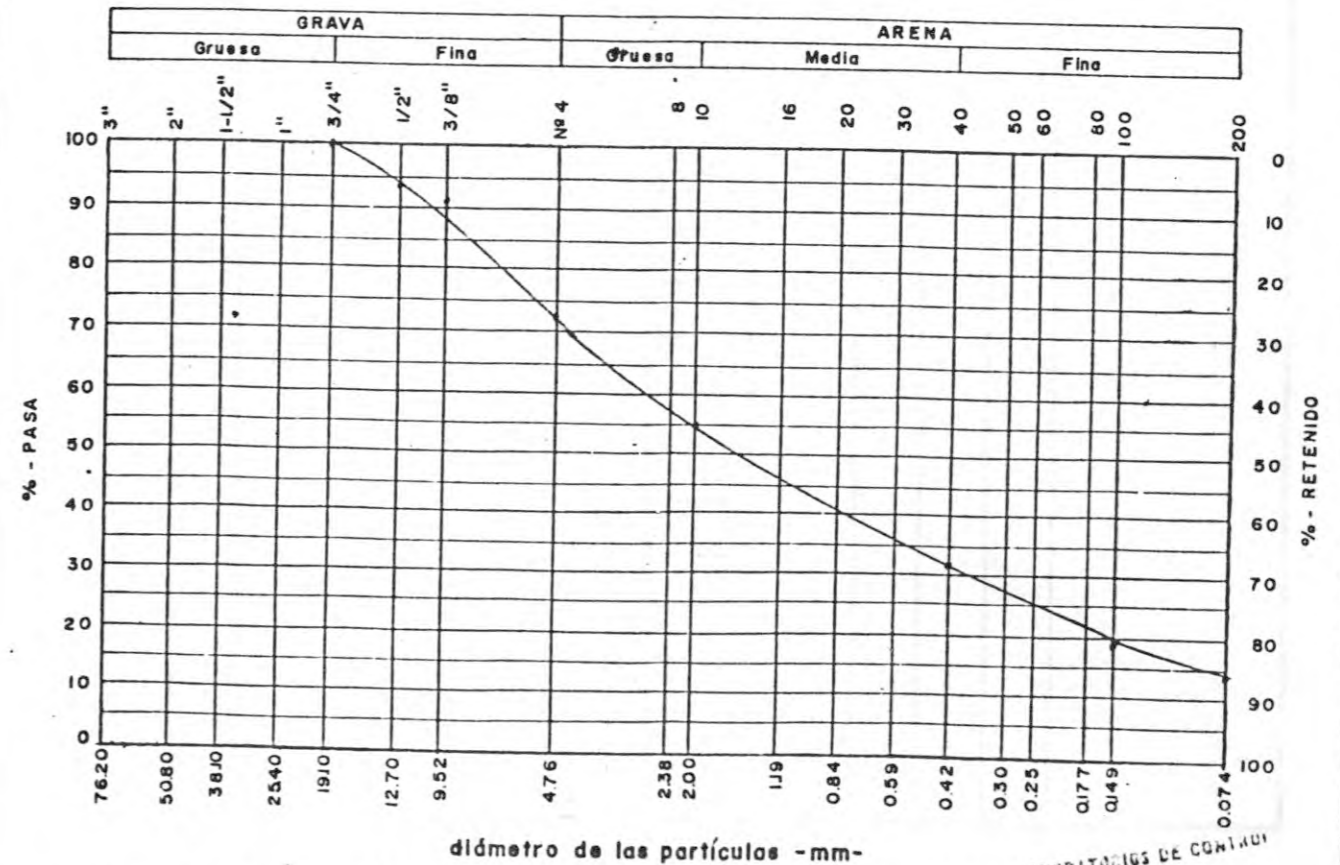
FECHA: ENERO 28/93

SOLICITANTE: Stricon Ltda.

tamiz	peso retenido	% retenido	% pasa	tamiz	peso retenido	% retenido	% pasa
3"				No. 16			
2"				" 30			
1-1/2"				" 40	26.5	23.0	32.1
1"				" 50			
3/4"			100.	" 80			
1/2"	6.9	5.8	94.2	" 100	15.2	13.2	18.9
3/8"	4.1	3.6	40.6	" 200	5.2	4.5	18.1
No. 4	20.8	18.1	72.5				
" 10	20.0	17.4	55.1				

peso total de la muestra 115. grs.

módulo de finura (arena) \_\_\_\_\_



OBSERVACIONES: NL- NP-

Contenido de humedad = 18.0%

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD





LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD  
suelos-concretos-pavimentos-ensayos-diseños

Barveño N° 8

OBRA: Pequeño Central Hidroeléctrica -

DESCRIPCION: Arena gruesa - algo limosa - gris oscuro  
con puntos amarillos

MUESTRA No. 0.80 m. Casa de Máquinas - Tulud

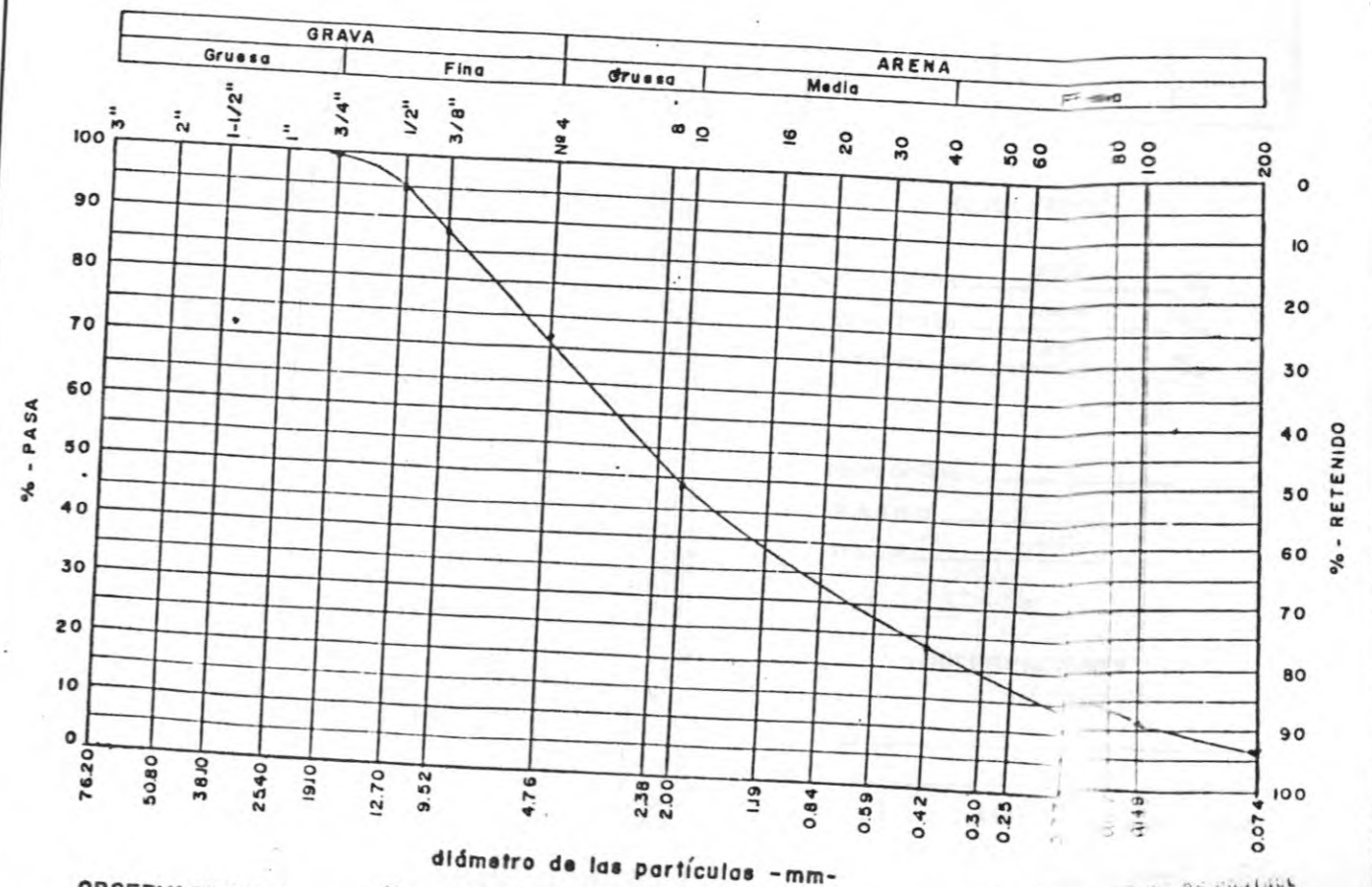
FECHA: Enero 28/43

SOLICITANTE: SITCON Ltda.

tamiz	peso retenido	% retenido	% pasa	tamiz	peso retenido	% retenido	% pasa
3"				No. 16			
2"				" 30			
1-1/2"				" 40	33.3	25.6	23.0
1"				" 50			
3/4"			100.0	" 80			
1/2"	6.0	4.9	95.1	" 100	15.9	12.2	10.8
3/8"	9.3	1.2	87.9	" 200	4.4	3.6	7.0
No. 4	21.1	16.2	71.7				
" - 10	30.0	23.1	48.6				

peso total de la muestra 129.9 grs.

módulo de finura (arena) \_\_\_\_\_



OBSERVACIONES: NL - NP - Humedad Natural = 17.0%

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

LABORATORIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD

Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

Parque N° 9

OBRA PEH-Bahia Solano SITIO Via MUESTRA \_\_\_\_\_

DESCRIPCION Limos y arenas finas

HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 1.20 m. FECHA \_\_\_\_\_

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	41	30	23	14
Vidrio No.	72	83	76	60
P <sub>1</sub>	21.18	25.35	25.59	26.51
P <sub>2</sub>	20.59	20.72	20.72	21.38
P <sub>3</sub>	12.97	13.24	12.99	13.57
% Humedad	60.2	61.9	62.0	63.7

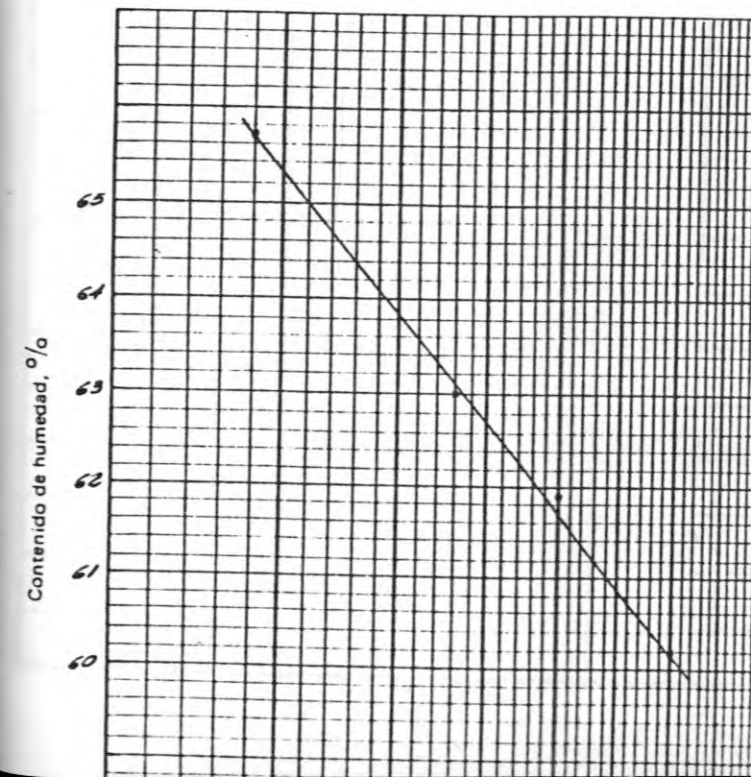
GRADACION

P <sub>1</sub> = 55.3		P <sub>2</sub> =	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
200	3.5	6.3	93.7
Fondo			

LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	71	92	
P <sub>1</sub>	19.10	18.60	185.6
P <sub>2</sub>	17.53	17.00	115.2
P <sub>3</sub>	13.41	12.88	—
% Humedad	38.1	38.8	61.1



RESULTADOS

Límite Líquido 62.7 %  
 Límite Plástico 38.5 %  
 Índice Plasticidad 24.2 %

Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
 A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
 U.S.C.S. -MH-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD  
 SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS  
 Ingenieros - Arquitectos  
 Misael Guerra Ojeda



LABORATORIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

Barreno N° 9

OBRA PCH - Bahía Solano SITIO Via MUESTRA \_\_\_\_\_  
DESCRIPCION \_\_\_\_\_  
HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 1.90 m. FECHA \_\_\_\_\_

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	33	22	14
Vidrio No.	46	93	91	53
P <sub>1</sub>	26.05	25.91	26.55	26.00
P <sub>2</sub>	21.12	21.04	21.44	20.95
P <sub>3</sub>	13.34	13.46	13.61	13.40
% Humedad	63.4	64.2	65.3	66.9

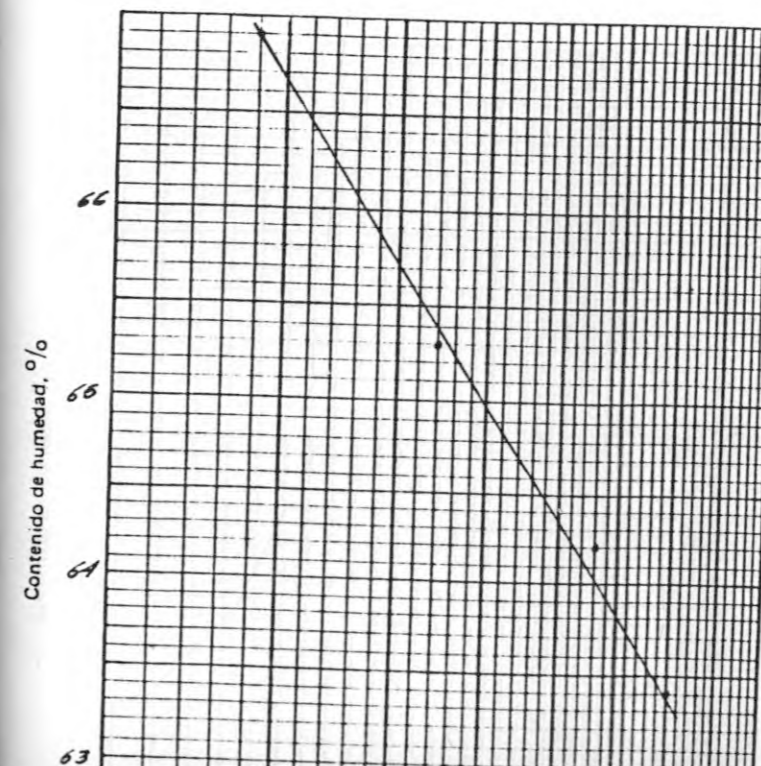
GRADACION

P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
	4.7		
200	3.2	1.7	92.3
Fondo			

LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	17	12	
P <sub>1</sub>	18.14	19.25	182.3
P <sub>2</sub>	16.65	17.54	109.4
P <sub>3</sub>	13.11	13.45	—
% Humedad	42.1	41.8	66.6



RESULTADOS

Límite Líquido 64.9 %  
Límite Plástico 42.0 %  
Índice Plasticidad 22.9 %

Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
U.S.C.S. -MH-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD  
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS  
Ing. Guillermo Quiroga

LABORATORIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD

Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

Barro Negro

OBRA PCB - Paving Colono SITIO Via MUESTRA \_\_\_\_\_

DESCRIPCION \_\_\_\_\_

HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 2.40 m. FECHA \_\_\_\_\_

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	30	22	15
Vidrio No.	34	103	4	84
P <sub>1</sub>	28.05	24.85	26.77	28.36
P <sub>2</sub>	22.00	20.31	21.17	22.10
P <sub>3</sub>	12.85	13.57	13.01	13.15
% Humedad	66.1	67.4	68.6	69.9

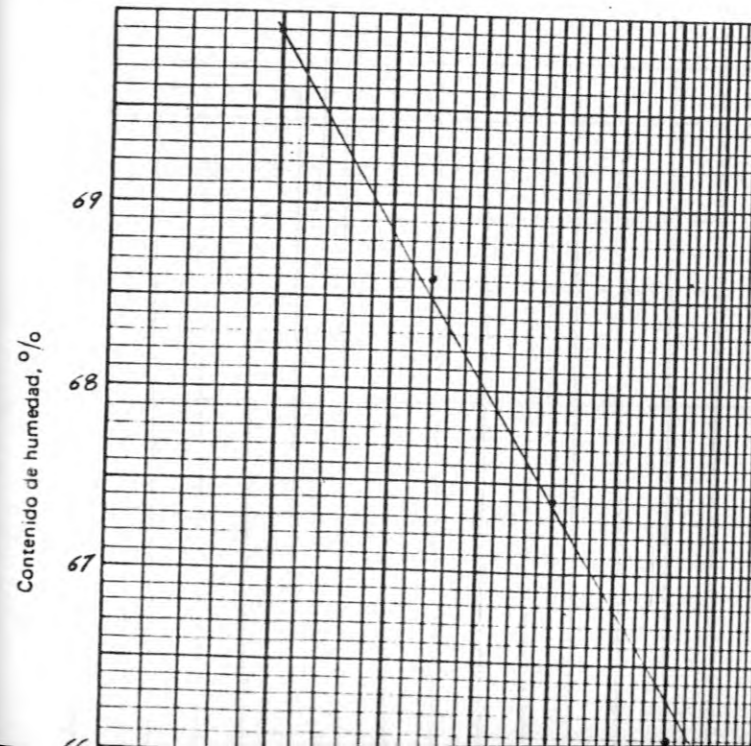
GRADACION

P <sub>1</sub> = 81.8		P <sub>2</sub> =	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
40	3.9	4.8	95.2
100	10.5	12.8	87.4
200	3.0	3.7	96.3
Fundo			

LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	36	3	
P <sub>1</sub>	18.40	18.55	212.5
P <sub>2</sub>	16.87	16.99	128.8
P <sub>3</sub>	13.12	13.10	—
% Humedad	40.8	40.1	65.0



RESULTADOS

Límite Líquido 68.0 %  
 Límite Plástico 40.5 %  
 Índice Plasticidad 27.5 %

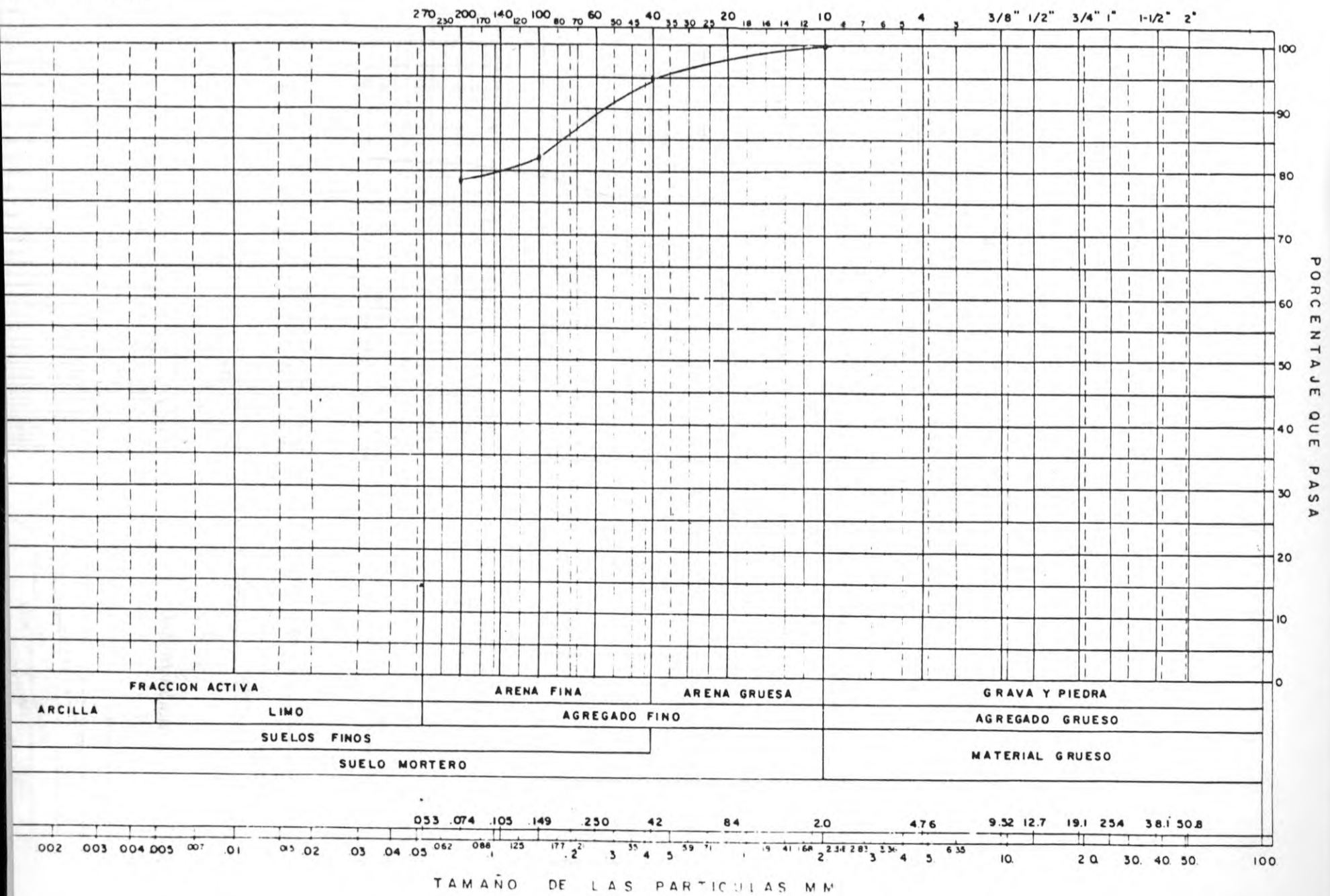
Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
 A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
 U.S.C.S. -MH-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

REPRESENTACION GRAFIC DEL ANALISIS MECANICO

*Suelo Hm. elctrica*



270 200 140 100 60 40 20 10 3/8" 1/2" 3/4" 1" 1-1/2" 2"

PORCENTAJE QUE PASA

0.02 0.03 0.04 0.05 0.07 0.1 0.15 0.2 0.3 0.4 0.5 0.62 0.84 1.25 1.75 2.5 3 4 5 7.5 10 15 20 25 30 37.5 50 60 75 100

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS MM

LABORATORIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD

Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

BARRIO N° 9

OBRA PCH-Bahia Solera SITIO Vica MUESTRA \_\_\_\_\_

DESCRIPCION \_\_\_\_\_

HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 3.60 M. FECHA \_\_\_\_\_

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	39	28	20	13
Vidrio No.	13	56	13	10
P <sub>1</sub>	24.90	20.51	24.45	23.38
P <sub>2</sub>	20.37	20.80	20.00	19.21
P <sub>3</sub>	13.20	13.58	13.25	13.05
% Humedad	63.4	65.2	65.9	67.9

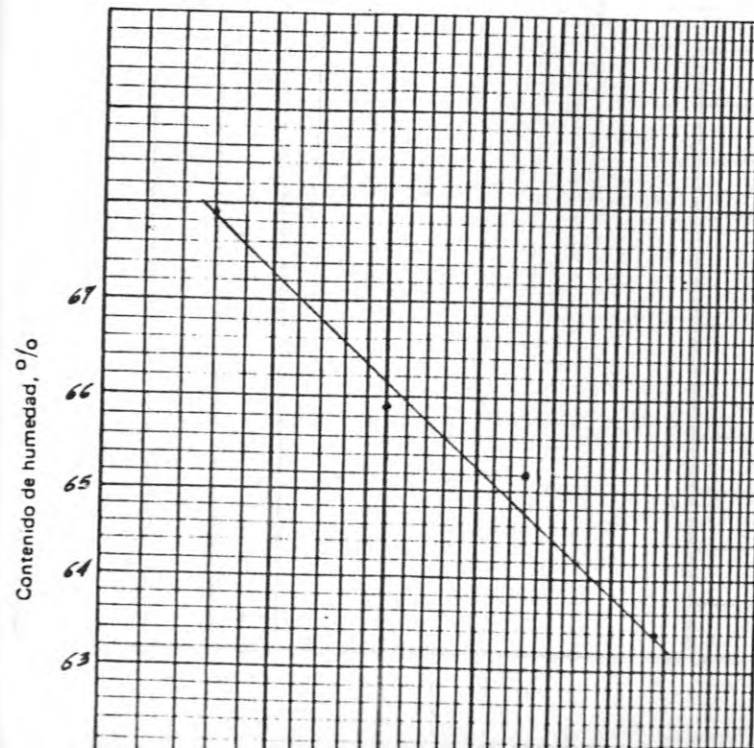
GRADACION

P <sub>1</sub> 54.6		P <sub>2</sub>	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
200	3.8	7.0	93.0
Fondo			

LIMITE PLASTICO

Hum. Natural

Vidrio No.	85	89	
P <sub>1</sub>	17.92	18.12	231.4
P <sub>2</sub>	16.48	16.61	132.6
P <sub>3</sub>	13.46	13.41	—
% Humedad	47.7	47.2	74.5



RESULTADOS

Límite Líquido 65.3 %  
 Límite Plástico 47.5 %  
 Índice Plasticidad 17.8 %

Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
 A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
 U.S.C.S. -MH-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD  
 SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS  
 BARRIOS, PISCINAS



Electrificadora del Chocó S.A.

REGISTRO DE PERFORACION

Fecha: Hoja No. de

Localización Vin Coordenadas N Vertical  
 Angulo Vertical E Barreno No 9  
 Supervisor: \_\_\_\_\_ Perforador \_\_\_\_\_ Elevación \_\_\_\_\_

Profundidad m	No. de golpes para cms	Símbolo	Nivel freático	No. de la muestra	Muestreador y corona	Tipo de Revestim.	Golpes/30 cm para revestimiento	Fecha	Profundidad m		Descripción y Observaciones
									Desde	Hasta	
0.00											
0.25											
1.00											
1.25											
1.50											
2.00											
2.25											
2.50											
3.00											
3.25											
3.50											
4.00											
4.25											
4.50											
5.00											
5.25											
5.50											
6.00											
6.25											
6.50											
7.00											
7.25											
7.50											
8.00											
8.25											
8.50											
9.00											
9.25											
9.50											
10.00											

Arena fina de color café

Arena fina gris

Arena fina gris oscura

LABORATORIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD  
Ingeniería de Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños - Estudios

Barveño N° 10

OBRA PCH Bolivia Solano sitio Via MUESTRA \_\_\_\_\_  
DESCRIPCION Arenas limpias  
HORIZONTE \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD 1.20 m. FECHA \_\_\_\_\_

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

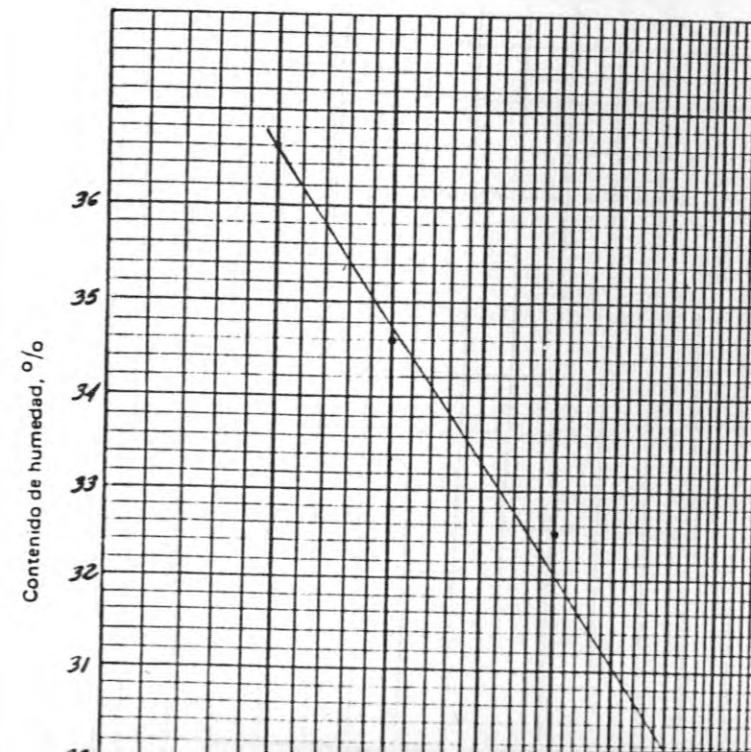
Número de Golpes	41	30	20	15
Vidrio No.	74	47	70	20
P <sub>1</sub>	26.40	24.40	23.40	27.13
P <sub>2</sub>	23.49	21.61	20.81	23.29
P <sub>3</sub>	13.53	13.02	13.32	12.81
% Humedad	30.0	32.5	34.6	36.6

LIMITE PLASTICO *Hum. Natural*

Vidrio No.	67	77	
P <sub>1</sub>	19.85	21.48	204.4
P <sub>2</sub>	18.16	19.73	202.5
P <sub>3</sub>	12.99	14.35	—
% Humedad	32.7	32.5	40.4

GRADACION

P <sub>1</sub> = 110.2		P <sub>2</sub> =	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
40	5.5	5.0	95.0
100	40.6	36.8	58.2
200	21.6	19.6	38.6
Fundo.			



RESULTADOS

Límite Líquido 33.3 %  
Límite Plástico 32.6 %  
Índice Plasticidad 0.7 %

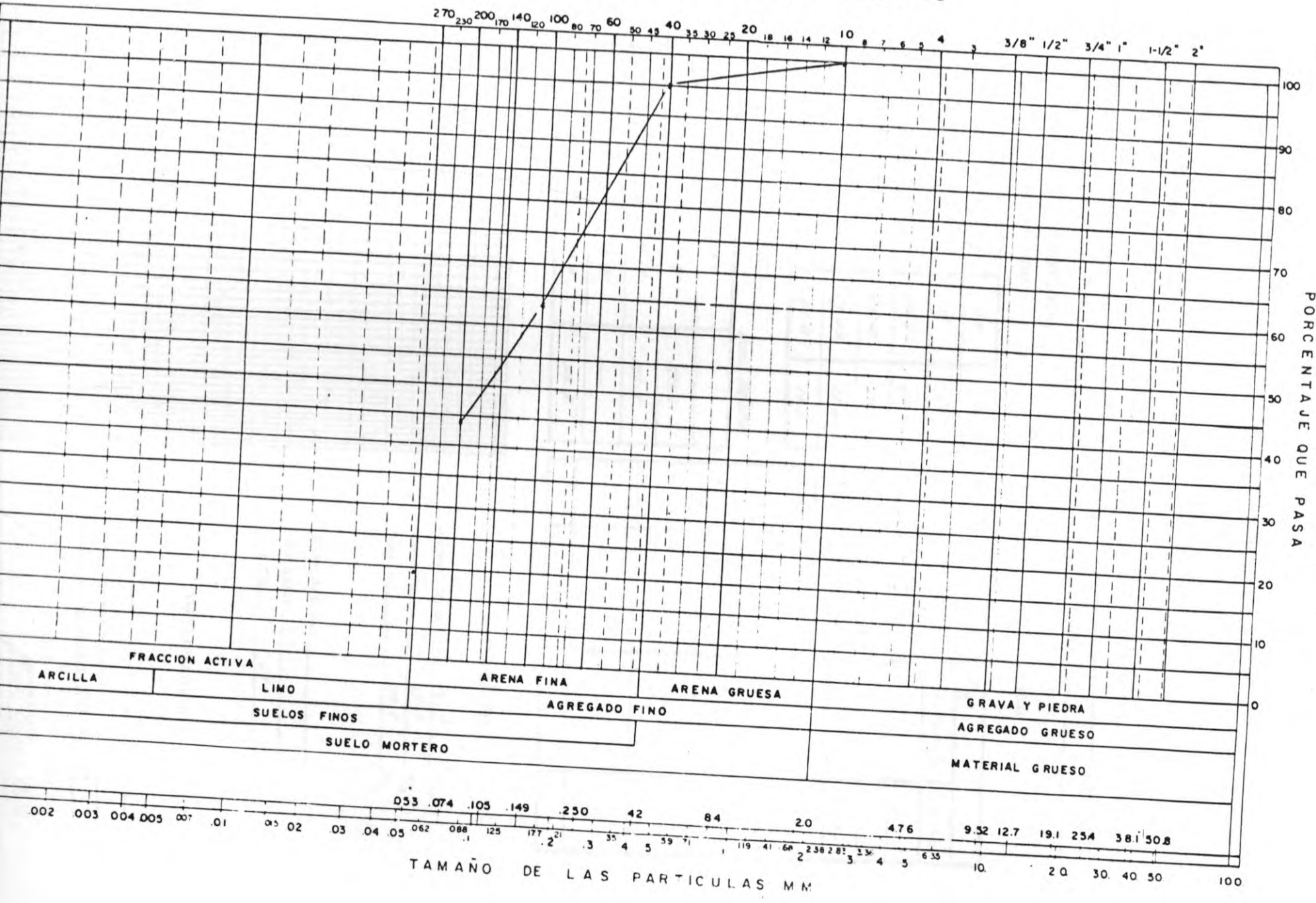
Índice de Grupo \_\_\_\_\_  
A.A.S.H.O. \_\_\_\_\_  
U.S.C.S. -SM-

OBSERVACIONES

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Practical Hydroelectric

### REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO









Electrificadora del Chocó S.A.		PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO CUADRO RESUMEN CANTIDADES Y PRECIOS				STRYCON LTDA PRESUPUESTO CUADRO No.3 Hoja 1 de 1
ITEM	DESCRIPCION	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4	TOTAL OBRA
1	DISEÑO, ESTUDIOS, INTER- VENTORIA Y COORDINACION	\$192,000,000	\$68,000,000	\$136,000,000	\$68,000,000	\$464,000,000
2	OBRAS CIVILES	\$1,004,911,082	\$198,267,691	\$445,664,690	\$87,632,400	\$1,736,475,863
3	OBRAS ELECTROMECANICAS	\$1,590,000,000	\$1,170,000,000	\$1,170,000,000	\$1,170,000,000	\$5,100,000,000
SUBTOTAL		\$2,786,911,082	\$1,436,267,691	\$1,751,664,690	\$1,325,632,400	\$7,300,475,863
4	IMPREVISTOS 10 %	\$278,691,108	\$143,626,769	\$175,166,469	\$132,563,240	\$730,047,586
5	I.V.A. 14 %	\$390,167,551	\$201,077,477	\$245,233,057	\$185,588,536	\$1,022,066,621
TOTAL		\$3,455,769,741	\$1,780,971,937	\$2,172,064,216	\$1,643,784,176	\$9,052,590,070

Electrificadora del Chocó S.A.		PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO CUADRO RESUMEN CANTIDADES Y PRECIOS				STRYCON LTDA PRESUPUESTO CUADRO No.3 Hoja 1 de 1	
ITEM	DESCRIPCION	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4	TOTAL OBRA	
1	DISEÑO, ESTUDIOS, INTERVENTORIA Y COORDINACION	\$192,000,000	\$68,000,000	\$136,000,000	\$68,000,000	\$464,000,000	
2	OBRAS CIVILES	\$1,004,911,082	\$198,267,691	\$445,664,690	\$87,632,400	\$1,736,475,863	
3	OBRAS ELECTROMECANICAS	\$1,590,000,000	\$1,170,000,000	\$1,170,000,000	\$1,170,000,000	\$5,100,000,000	
SUBTOTAL		\$2,786,911,082	\$1,436,267,691	\$1,751,664,690	\$1,325,632,400	\$7,300,475,863	
4	IMPREVISTOS 10 %	\$278,691,108	\$143,626,769	\$175,166,469	\$132,563,240	\$730,047,586	
5	I.V.A. 14 %	\$390,167,551	\$201,077,477	\$245,233,057	\$185,588,536	\$1,022,066,621	
TOTAL		\$3,455,769,741	\$1,780,971,937	\$2,172,064,216	\$1,643,784,176	\$9,052,590,070	



Electrificadora del Chocó S.A.		PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO CUADRO RESUMEN CANTIDADES Y PRECIOS			STRYCON LTDA PRESUPUESTO CUADRO No.1 Hoja 1 de 1	
ITEM	DESCRIPCION	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4	TOTAL OBRA
1	DISEÑO, ESTUDIOS, INTER- VENTORIA Y COORDINACION	\$192,000,000	\$68,000,000	\$136,000,000	\$68,000,000	\$464,000,000
2	GASTOS DE LICITACION	\$1,500,000				
3	OBRAS CIVILES	\$1,004,911,082	\$198,267,691	\$445,664,690	\$87,632,400	\$1,736,475,863
4	OBRAS ELECTROMECANICAS	\$1,590,000,000	\$1,170,000,000	\$1,170,000,000	\$1,170,000,000	\$5,100,000,000
SUBTOTAL		\$2,788,411,082	\$1,436,267,691	\$1,751,664,690	\$1,325,632,400	\$7,300,475,863
5	IMPREVISTOS 10 %	\$278,841,108	\$143,626,769	\$175,166,469	\$132,563,240	\$730,047,586
6	I.V.A. 14 %	\$429,415,307	\$221,185,224	\$269,756,362	\$204,147,390	\$1,124,273,283
TOTAL		\$3,496,667,496	\$1,801,079,685	\$2,196,587,522	\$1,662,343,030	\$9,154,796,732

Electrificadora del Chocó S.A.		PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO CUADRO RESUMEN CANTIDADES Y PRECIOS				STRYCON LTDA PRESUPUESTO CUADRO No.1 Hoja 1 de 1
ITEM	DESCRIPCION	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4	TOTAL OBRA
1	DISEÑO, ESTUDIOS, INTER- VENTORIA Y COORDINACION	\$192,000,000	\$68,000,000	\$136,000,000	\$68,000,000	\$464,000,000
2	GASTOS DE LICITACION	\$1,500,000				
3	OBRAS CIVILES	\$1,004,911,082	\$198,267,691	\$445,664,690	\$87,632,400	\$1,736,475,863
4	OBRAS ELECTROMECANICAS	\$1,590,000,000	\$1,170,000,000	\$1,170,000,000	\$1,170,000,000	\$5,100,000,000
SUBTOTAL		\$2,788,411,082	\$1,436,267,691	\$1,751,664,690	\$1,325,632,400	\$7,300,475,863
5	IMPREVISTOS 10 %	\$278,841,108	\$143,626,769	\$175,166,469	\$132,563,240	\$730,047,586
6	I.V.A. 14 %	\$429,415,307	\$221,185,224	\$269,756,362	\$204,147,390	\$1,124,273,283
TOTAL		\$3,496,667,496	\$1,801,079,685	\$2,196,587,522	\$1,662,343,030	\$9,154,796,732

ITEM	DESCRIPCION	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4	TOTAL OBRA
1	DISEÑO, ESTUDIOS, INTERVENTORIA Y COORDINACION	\$192,000,000	\$68,000,000	\$135,000,000	\$68,000,000	\$464,000,000
2	OBRAS CIVILES	\$1,004,911,082	\$198,267,691	\$445,664,690	\$87,632,400	\$1,736,475,863
3	OBRAS ELECTROMECANICAS	\$1,590,000,000	\$1,170,000,000	\$1,170,000,000	\$1,170,000,000	\$5,100,000,000
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$2,786,911,082</b>	<b>\$1,436,267,691</b>	<b>\$1,751,664,690</b>	<b>\$1,325,632,400</b>	<b>\$7,300,475,863</b>
4	IMPREVISTOS 10 %	\$278,691,108	\$143,626,769	\$175,166,469	\$132,563,240	\$730,047,586
5	I.V.A. 14 %	\$390,167,551	\$201,077,477	\$245,233,057	\$185,588,536	\$1,022,066,621
<b>TOTAL</b>		<b>\$3,455,769,741</b>	<b>\$1,780,971,937</b>	<b>\$2,172,064,216</b>	<b>\$1,643,784,176</b>	<b>\$9,052,590,070</b>

CUADRO No. 1

## MEMORANDO

PARA            Doctora VIVIAN COCK ORDÓÑEZ  
                 Asesora Jurídica

DE              DIRECTOR GENERAL DE ENERGIA ELECTRICA  
                 Y FUENTES NO CONVENCIONALES

ASUNTO        Licitación Pública Nacional No.06  
                 de 1992

                 Santa Fe de Bogotá, D.C.,        19 FEB 1992

Con relación a la Licitación del asunto nos permitimos presentarle las siguientes inquietudes:

1. El numeral 3.5.1. del Pliego de Condiciones de la Licitación del asunto, establece que las ofertas se deben hacer en pesos colombianos. El proponente FERROSTAAL DE COLOMBIA LTDA presenta la oferta de los ítem importados en chelines austríacos.

¿ Es válida esta oferta y se puede incluir en la evaluación con los demás proponentes?

2. El objeto de la Licitación consta de tres ítems básicos, y el Pliego de Condiciones contempla la adjudicación parcial de las propuestas. En algunos ítems solo se ha presentado un proponente hábil.

¿Es necesario declarar desierta la licitación en estos ítems?

Cordialmente,

(Original Firmado)  
Rodrigo Navia L

RODRIGO NAVIA LOPEZ

81.ddl

Done

## M E M O R A N D O

**PARA:** Doctor RODRIGO NAVIA LOPEZ  
Director General de Energía Eléctrica y  
Fuentes No Convencionales

**DE:** ASESORA JURIDICA

**REF:** Su memorando No. 028273

**Fecha:** Santafé de Bogotá, D.C., 23 FEB. 1993

En relación con su memorando de la referencia le manifiesto que, no obstante haber hecho esta Asesoría algunos comentarios jurídicos sobre las propuestas presentadas dentro de la Licitación Pública No. 06 de 1992 en atención a la solicitud formulada por usted, el trámite de licitaciones está sujeto a las orientaciones que imparte al efecto la Secretaría General.

Dicho trámite se adelanta por el área técnica competente según el objeto de la licitación y por el área administrativa, que está a cargo de la mencionada Secretaría.

Cabe anotar que lo concerniente a la posibilidad para la Administración de solicitar a los proponentes precisiones sobre los valores en moneda extranjera y sobre la posibilidad de efectuar adjudicaciones parciales deben sujetarse al pliego de condiciones.

Cordialmente,

Original Firmado  
Cecilia Cock Ordóñez

VIVIAN COCK ORDONEZ

Copia: Dra. VICTORIA E. SOLANO - Jefe División Administrativa

Geología y geotecnia Pequeña Central  
Hidroeléctrica, Municipio de Bahía Solano,  
Chocó, Convocatoria pública 01-93PNR,  
Apéndice 1 Strycon Ltda

333.914 S928g1 Ej.1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA

PRESTADO A

FECHA  
DEVUELTO

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01003558  
BIBLIOTECA